

Trakya meşe ormanlarında artım ve büyüme ilişkileri

Gafura Aylak Özdemir ^{1*}, Ömer Saraçoğlu¹

¹ Istanbul University, Faculty of Forestry, Department of Forest Yield and Biometry, 34473, Sarıyer, Istanbul, Turkey

*Corresponding author e-mail (İletişim yazarı e-posta): gafura@istanbul.edu.tr

Received (Geliş tarihi): 07.04.2015 - Revised (Düzelme tarihi): 30.04.2015 - Accepted (Kabul tarihi): 01.05.2015

Özet: Bu çalışmada, Trakya meşe ormanlarının farklı yaş, sıklık ve yetiştirme ortamlarındaki artım ve büyüme ilişkileri incelenmiştir. Bu amaçla alınan 101 örnek alandan sağlanan veriler yardımıyla çift girişli ağaç hacim tablosu, bonitet (Yetiştirme ortamı verimliliği) tablosu ve sıklığa bağlı hasılat tablosu oluşturulmuştur. Sıklığa bağlı hasılat tablosu MS Excel 2010 programının VBA makro özelliğinden yararlanılarak programlanmıştır. Böylece bilgisayar ortamında istenilen yaş, sıklık ve bonitete göre hasılat tablosu çıktı olarak alınabilmektedir. Trakya meşe ormanları için düzenlenen sıklığa bağlı hasılat tablosundan alınan meşcere hacim ve hacim elemanlarının farklı bonitet sınıflarında ve sıklık derecelerinde meşcere yaşına göre gösterdiği eğilimler karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Sıklığa bağlı meşe hasılat tablosundan alınan değerler, meşe ormanları için Eraslan (1954) ve Eraslan ve Evcimen (1967) tarafından oluşturulan hasılat tablosu değerleri ile karşılaştırılmıştır. Aynı karşılaştırma geniş yapraklı tür olan kayın ormanları için Carus (1998) tarafından düzenlenen hasılat tablosu değerleri ile de yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Hasılat tablosu, sıklık, bonitet, hacim, hacim elemanları

The relations of growth and increment in thrace oak forests

Abstract: In this study, increment and growth relationships of oak forests of Thrace in different ages, densities and site indexes were examined. For this purpose, double-entry tree volume table, site quality table and the density - dependent yield table was created with the help of the data provided to 101 sample plots were taken. Density - dependent yield table was programmed using VBA macro feature of MS Excel 2010 program. Thus, yield table can be taken as output in computer environment according to the desired age, density and site index. Trends of stand volume and volume elements provided to density - dependent yield table for the oak forest of Thrace according to the age in different site conditions and densities was presented comparatively. Values obtained by density dependent yield table were compared with values of the yield table generated by Eraslan (1954) and Eraslan - Evcimen (1967) for the oak forests. The same comparison also was made with values of the yield table generated by Carus (1998) for beech forests with broad-leaved species.

Keywords: Yield table, density, site index, volume, volume elements

1. GİRİŞ

Doğal orman ekosistemini; başta yangınlar ve zararlılar olmak üzere çeşitli faktörlere karşı, etkin şekilde korumak; koruma-kullanma dengesi, biyolojik çeşitlilik, gen kaynakları, orman sağlığı, odun dışı ürün ve hizmetler ile ekoturizmin geliştirilmesi gözetilerek, çok amaçlı ve verimli şekilde yönetilmesi amaçlanmaktadır (DPT, 2007). 2005-2012 yılları arasında yenilenen orman amenajman planlarının ENVANİS veri tabanında güncellenmesi sonucu elde edilen verilere göre ülke ormanları 21,7 milyon ha olarak tespit edilmiştir. Bu ormanlık alan miktarı ülke genel alan toplamının % 27,6'sını oluşturmaktadır. Ülkemiz ormanlarını ağaç türü ve kapladıkları alan olarak değerlendirildiğinde, ilk üç sırayı 18 tür ve 6.476.277 hektarlık alanı ile meşeler (*Quercus*), 5.420.524 hektar alan ile kızılçam ve 4.202.298 hektarlık

To cite this article (Atf) : Aylak Özdemir, G., Saraçoğlu, Ö., 2016. Trakya meşe ormanlarında artım ve büyüme ilişkileri. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University* 66(1): 211-243. DOI: [10.17099/jffiu.79517](http://dx.doi.org/10.17099/jffiu.79517)



alan ile karaçam ormanları almaktadır. Bunları Doğu kayını (*Fagus orientalis*), sarıçam (*Pinus sylvestris*) ve göknar (*Abies* sp.) ormanları izlemektedir (OGM, 2011; OGM, 2012).

Çalışmanın yürütüldüğü Trakya yöresi ormanları, Istranca dağlarının Karadenize bakan yamaçlarından başlayıp Gelibolu'da güney sınırını oluşturduğu Kocaeli Yarımadası'nda sonlanan bir ekosistemdir. Bu bölge ormanları yapı itibarıyla nemli ormanlardan oluşmaktadır. 1000 m yükseltisiyle Istranca dağlarının kuzey yamaçları ve 500-600 m'ye kadar güney yamaçlarında yayılan Doğu kayını ormanları Bulgaristan-İğneada hattı boyunca bir kuşak oluşturur. Istranca dağlarının kuzey yamaçlarında ise doğu kayınına, sahile kadar sapsız meşe eşlik ederek küçük gruplar oluşturmaktadır. Trakya yöresi barındırdığı meşe ve diğer ağaç türleri, dünyada nadir sayılabilecek İğneada-Longoz ormanları ve kıyı kumul ve sulak alanlarının varlığı ile dikkat çekmektedir (OGM, 2011).

Kendine özgü bir ekosistem içerisinde varlığını sürdüren yenilenebilen doğal kaynaklar olan ormanların sosyal ve kültürel açıdan optimum yarar sağlayacak şekilde planlı ve düzenli işletilmeleri gerekir. Bu nedenle ormanların çok iyi tanınması her türlü iç ve dış ilişkilerine ait özelliklerinin ve önemlerinin kavranması gerekir (Saraçoğlu, 1988). Sonuçta, ormanların tam kapasite ile işletilebilmesi, işletme faaliyetlerinin planlanması ve karar verme işlemlerinde, ağaç ve meşcerelerin artım ve büyüme gücünü tanımak, planlı ve ekonomik bir ormancılık yapabilmek için önemli bir koşuldur (Fırat, 1972; Akalp, 1983; Kalıpsız, 1999).

Artım ve büyüme ilişkilerinin bilinmesi yalnız yararlanmanın düzenlenmesi için değil, ekonomik bir birim olan orman işletmelerinin ekonomik başarısını denetlemek için de gereklidir. Bunun yanında, silvikültürel müdahaleleri yönlendirmek, aralamanın zaman ve derecesini saptamak, ekonomik amaca uygunluğunu denetlemek bakımından da artım ve büyüme ilişkilerinin bilinmesine ihtiyaç vardır (Günel, 1981; Yavuz, 1992).

Bu çalışmada, ülkemizde gerek tür zenginliği bakımından gerekse kapladığı alan bakımından en önemli yayılışını Trakya yöresinde gösteren meşe ormanlarının farklı yaş, sıklık ve yetiştirme ortamlarındaki artım ve büyüme ilişkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla farklı yetiştirme ortamlarından, yaş kademelerinden ve sıklıklardan oluşan Trakya yöresi meşe ormanlarından 101 örnek alan alınmıştır. Örnek alandan sağlanan veriler yardımıyla çift girişli ağaç hacim tablosu, bonitet (yetiştirme ortamı verimliliği) tablosu ve sıklığa bağlı hasılat tablosu oluşturulmuştur. Sıklığa bağlı hasılat tablosu MS Excel 2010 programının VBA makro özelliğinden yararlanılarak programlanmıştır. Böylece bilgisayar ortamında istenilen yaş, sıklık ve bonitete göre hasılat tablosu çıktı olarak alınabilmektedir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Güney Torosların Özellikleri ve Araştırma Alanlarının Seçimi

Trakya bölgesi, kuzey doğuda ve doğuda Karadeniz ve İstanbul boğazı ile, güney ve güney batıda Marmara Denizi, Çanakkale Boğazı ve Ege denizi ile Küçük Asya'dan, batıda Meriç nehri ile Yunanistan'dan, kuzeyde Rezve deresi ile Bulgaristan'dan ayrılmaktadır (Eraslan, 1954).

Çalışmamızda alınan örnek alanlar, TÜBİTAK TOVAG 1070750 numaralı "Kuzey Trakya Koruya Tahvil Meşe Ekosistemlerinde Sağlık Durumu, Biyokütle, Karbon Depolama ve Faunistik Özelliklerin Belirlenmesi" isimli projenin örnek alanlarından seçilmiştir.

Çalışma İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü idari sınırları içerisinde ve orman yetiştirme bölgesi bakımından da Kuzey Trakya'da yer alan koruya tahvil ve farklı meşcere tiplerine sahip meşe ormanlarında gerçekleştirilmiştir. Sözü edilen idari ve yetiştirme ormanı bakımından Kuzey Trakya içerisinde kalan baltalık meşe ormanlarının yoğun olarak bulunduğu ve örneklemeye konu olacak alanlar ağırlıklı olarak 4 Orman İşletme Müdürlüğü'nün bölgesi içindedir (Makineci ve ark., 2011).

Bu orman işletme müdürlükleri, Demirköy, Kırklareli, Çatalca ve Vize Orman İşletme müdürlükleridir. Demirköy Orman İşletme Müdürlüğü alanı içerisinde Istrancaların önemli bir bölümünün yer alması

(yükseklik farkı) hem Karadeniz'e hem de İç Trakya'ya bakan alanların olması gibi sebeplerden daha yoğun örnekleme gerektirmiştir. Bu alan 4 ayrı bölgeye ayrılarak incelenmiştir (Şekil / Figure 1).



Şekil 1. Örnek alanların alındığı bölgeler (Makineci ve ark., 2011)
Figure 1. The districts where the sample plots were taken (Makineci et al., 2011)

Böylece çalışma 7 farklı yörede yoğunlaştırılmıştır. Bu 7 yörede farklı meşcere tipleri ve anakaya gibi özellikler ile örnek alanlar sınırlandırılmıştır. Böylece alanlar hakim bir iklim etkisinin altında genel yetişme ortamı farkları gözetilerek ve idari yönden de sınıflandırılmış olmaktadır (Makineci ve ark., 2011).

2.2. YÖNTEM

2.2.1 Örnek Alanların Seçimi

Çalışmaya temel oluşturan 1070750 numaralı Tübitak projesinde, koruya tahvil saf meşe meşcerelerinde farklı meşcere tiplerinde toplam biyokütle miktarlarının belirlenmesi amacıyla 4 Orman İşletme müdürlüğü sınırları içinden 168 alan tekrarlı olmak üzere toplam 336 adet 400 m²'lik (20x20 m) örnek alan alınmıştır (Makineci ve ark., 2011). Bu çalışmada ise, sadece b ve c gelişim çağındaki örnek alanlar seçilmiştir. Meşcerenin çap boy dağılımına göre 79 örnek alanda tekrarlı alanlar birleştirilmiştir. 22 adet örnek alan tekrarlarıyla birleştirilmemiş ve toplam 101 örnek alan seçilmiştir. Böylece 79 adet örnek alan büyüklüğü 800 m² ve 22 adet örnek alanın büyüklüğü ise 400 m²'dir.

2.2.2 Örnek Alanlarda Yapılan Ölçüm ve Tespitler

Örnek alanlarda TUBİTAK 1070750 no'lu proje kapsamında biyokütle örnekleme için alanda bulunan her meşe türünden sağlıklı bir ağaç kesilmiştir. Kesilen bu ağaçlar 2 m'lik seksiyonlara ayrılmış ve 0,30 m'den başlamak üzere her seksiyon ortasından (1,30; 3,30; 5,30...) kesitler alınmıştır. Ayrıca yaş tespitinde bulunmak üzere ağacın dip kısmından da bir kesit alınmıştır. Çalışmamızda kesilen bu ağaçlardan 225'i gövde analizi yapmak için seçilmiştir. Her bir örnek alanda en az 3 adet ağaçta gövde analizinin yapılmasına dikkat edilmiştir.

2.2.3 Örnek Alanlarda Yapılan Ölçümlerin Değerlendirilmesi

Örnek alanlardan elde edilen veriler bilgisayar ortamında MS Excel 2010 ve IBM SPSS 19.0 istatistik paket programında veri kütükleri halinde işlenerek değerlendirilmiştir. Elde edilen verilere uygun regresyon modelleri belirlenerek değişkenler arasındaki ilişkiler ortaya konulmuştur. Regresyon denkleminin istatistiklerinin ve katsayılarının belirlenmesinde en küçük kareler yöntemi uygulanmıştır. Denklem verilerde uygunluğu varyans analizi yöntemiyle denetlenmiş, denkleme ait belirtme katsayısı ve standart hata değerleri hesaplanmıştır.

Çalışmamızda elde edilen ilişkiler ve hesaplamalar yardımıyla oluşturulan sıklığa bağlı hasılat tablosu MS Excel 2010 programının VBA makro özelliğinden yararlanılarak programlanmıştır.

2.2.3.1 Gövde Analizleri

Bir ağacın geçmiş dönemlerdeki artım miktarı ve artım yüzdeleri, gerçeğe en yakın olacak şekilde ancak gövde analizi yöntemiyle saptanabilir (Kalıpsız, 1999). 101 örnek alandan kesilen örnek ağaçlar 2 m'lik seksiyonlara ayrılmış ve 0,30 m'den başlamak üzere her seksiyon ortasından (1,30; 3,30; 5,30.....) 5-10 cm kalınlığında gövde kesitleri alınmıştır. Kesitler üzerinde gövde analizi için gerekli ölçümler yapılmıştır.

Gövde analizi yardımıyla elde edilen veriler MS Excel 2010 programının VBA makro özelliğinden yararlanılarak hazırlanan gövde analizi programına aktarılmıştır.

Bu program yardımıyla 10'ar yıllık periyotlara göre çap, boy ve hacim değerleri hesaplanmıştır. Hacimlendirmede orta yüzey (Huber) formülü kullanılmıştır. Tablo / Table 1'de gövde analizi yapılan ağaçların meşe ağaç türüne ve yaş sınıflarına dağılımı verilmiştir.

Tablo 1. Gövde analizi ağaçlarının yaş ve meşe türlerine göre dağılımı
Table 1. The distribution of stem analysis trees according to age and oak species

Meşe Türleri	Yaş Sınıfları						Toplam
	20 – 40	40 – 60	60 – 80	80 – 100	100 – 120	>120	
Sapsız Meşe	9	31	61	13	7	3	124
Macar Meşesi	2	27	24	2	-	-	55
Saçlı Meşe	2	21	20	3	-	-	46
Toplam	13	79	105	18	7	3	225

2.2.3.2 Örnek Alanların Yaşlarının Hesaplanması

Örnek alanlarda gövde analizi yapılan ağaçların 0 (sıfır) metre yüksekliğinden alınan kesitteki yıllık halka sayıları (yaşları) arasındaki fark 20'den küçük olmasından dolayı bu yaşların ortalaması alınmış ve meşcere yaşı olarak elde edilmiştir.

2.2.3.3 Meşcere Üst Boyunun Belirlenmesi

Üst boy, normal silvikültürel işlemlerden önemli derecede etkilenmemesi, büyüme seyrini en iyi şekilde yansıtmaması ve birim alandaki toplam verim gücü ile sıkı ilişki içinde bulunması nedeniyle meşcere gelişim ölçüsü olarak alınmıştır (Irmak, 1970; Kalıpsız, 1999; Karataş ve ark., 2013).

Çalışmamızda her örnek alan için, göğüs çapının fonksiyonu olarak oluşturulan $h=f(d_{1,30})$ meşcere boy eğrisi elde edilmiştir. Meşcere boy eğrisinden en kalın çaplı 5 ağacın boyları hesaplanmış ve bu boyların ortalaması alınarak her örnek alan için üst boy ($h_{üst}$) değerleri elde edilmiştir.

2.2.3.4 Ağaç Hacim Tablosunun Düzenlenmesi

Ağaç gövdesinin hacmi; ağacın kesilerek bölümlenme (seksiyon) yöntemini kullanılarak, dikili halde oran değerleri yardımıyla yada hazır “ağaç hacim tabloları” kullanarak tayin edilebilir (Kalıpsız, 1999).

Çalışmamızda çift girişli hacim denkleminin elde edilmesinde ve hacim tablosunun oluşturulmasında regresyon analizi tekniği kullanılmıştır. Gövde analizi yöntemiyle elde edilen 1772 periyodik ağacın hacimleri, bu ağaçların göğüs çapı ve boy değerleri ile ilişkiye getirilmiştir. İstatistik bakımdan uygun regresyon modelinin belirlenmesinde, çeşitli çalışmalarda önerilen regresyon modelleri esas alınmış ve verilere en fazla uyum gösteren Näslund’un önerdiği formül (1) kullanılmıştır (Kalıpsız, 1999).

$$v = a_0 + a_1 * d_{1,3}^2 + a_2 * d_{1,3}^2 * h + a_3 * h^2 + a_4 * d_{1,3} * h^2 \quad (1)$$

v : Hacim (dm³)

d_{1,3} : Göğüs çapı (cm)

h: Boy (m)

2.2.3.5 Bonitet Derecelerinin ve Bonitet Endekslerinin Belirlenmesi

Bu çalışmada bonitet eğrilerinin elde edilmesinde ve bonitet tablosunun oluşturulmasında farklı bir yöntem kullanılmıştır. Bu amaçla 101 örnek alanda belirlenen üst boylar ve meşcere yaşı ilişkiye getirilerek kılavuz eğri elde edilmiştir. Örnek alanlarda saptanan üst boy değerleri yaş-üst boy ilişkisinden elde edilen değere oranlanarak k oranları elde edilmiştir. En küçük k oranının (x₁) bonitet derecesi sıfır (y₁), en yüksek k oranının (x₂) bonitet derecesi değeri 1 (y₂) alınarak bu iki noktaya göre bir doğru denklemi elde edilmiştir. Daha sonra bu denklemde değişkenler yerine yazılarak genelleştirilmiş bonitet derecesi eğrileri denklemi elde edilmiştir.

2.2.3.6 Sıklık Derecelerinin Belirlenmesi

Çalışmamızda Trakya meşe meşcerelerinden alınan örnek alanların meşcere göğüs yüzeyleri (G) örnek alanların yaşı ve bonitet dereceleri ile G= f (t, BOD) şeklinde ilişkiye getirilmiştir.

Örnek alanların meşcere göğüs yüzeyleri, yaş ve BOD değişkenlerine göre modelden elde edilen ortalama göğüs yüzeyine oranlanarak (2) sıklık derecesi bulunmaktadır.

$$SD = \frac{G_{Meşcere}}{G_{Model}} \quad (2)$$

SD : Sıklık derecesi

G_{Meşcere} : Meşcere göğüs yüzeyi (m²/ha)

G_{Model} : Modelden elde edilen göğüs yüzeyi (m²/ha)

2.2.3.7 Hasılat Tablosunun Oluşturulması

Meşcere hacim ve hacim elemanları ile meşcerenin artım ve verimi ile ilgili diğer elemanlarının değişik bonitet ve sıklık derecelerindeki yaş periyotlarına göre değişimini veren sıklığa bağlı bir hasılat tablosu oluşturulmuştur. Hasılat Tablosunun oluşturulmasında kullanılan örnek alanlara ait hacim elemanları ile ilgili bazı istatistikler Tablo / Table 2’de verilmiştir.

Hasılat tablosunun oluşturulmasında öncelikle, örnek alanlardan belirlenen meşcere ağaç sayıları meşcere yaşı, bonitet ve sıklık derecesiyle ilişkiye getirilerek genelleştirilmiş ağaç sayısı denklemi elde edilmiştir. Daha sonra meşcere yaşı, bonitet derecesi, sıklık derecesi ve standardize edilmiş değerlerin fonksiyonu olarak elde edilen olasılık sıklık fonksiyonu ve meşcere ağaç sayısı yardımıyla 1 hektarlık alanda bulunması gereken ağaçların göğüs çapları kuramsal olarak türetilmiştir. Bu ağaçların boyları, göğüs çapı, bonitet derecesi ve sıklık derecesinin bir fonksiyonu olarak oluşturulan genelleştirilmiş meşcere boy

eğrisinden elde edilmiştir. Bu değerler yardımıyla asli meşcerenin hacim ve hacim elemanları hesaplanmıştır.

Tablo 2. Örnek alanların hacim elemanlarına ait bazı istatistikler (n=101)
Table 2. Some statistics of volume elements of sample plots (n=101)

Değişken	Minimum	Maksimum	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma
Meşcere Yaşı	21	167	68	23,63
Bonitet Derecesi	0	1	0,49	0,17
Sıklık Derecesi	0,44	2,59	1,02	0,38
Üst Boy (m)	6,54	26,41	16,81	4,07
Orta Çap (cm)	6,65	34,18	18,71	5,95
Ağaç Sayısı (adet/ha)	225	5600	1024	882,20
Göğüs Yüzeyi (m ² /ha)	5,77	41,97	21,63	8,35
Meşcere Hacmi (m ³ /ha)	16,22	390,86	163,01	87,78

3. BULGULAR

3.1 AĞAÇ HACİM TABLOSU

Çalışmamızda ağaç hacim tablosunun düzenlenmesinde 225 ağaçta yapılan gövde analizi verileri kullanılmıştır. Gövde analizi yapılan ağaçlarda 10'ar yıllık periyotlarda yıllık halka kalınlıkları ve kabuklu çapları ölçülmüş ve 1808 periyodik ağaç türetilmiştir. Bu ağaçlardan 36'sı göğüs yüksekliğine ulaşmadığı için ağaç hacim tablosunun düzenlenmesinde kullanılmamıştır. Sonuçta 1772 periyodik ağaç hacim tablosunun düzenlenmesinde değerlendirmeye alınmıştır. Bu periyodik ağaçlardan 1547'si kabuksuz çap ve kabuksuz hacim değerine sahip ağaçlardır. Aşağıdaki bölümlerde ayrıntıları açıklanan kabuksuz çap-kabuklu çap ve kabuksuz hacim – kabuklu hacim ilişkilerinden yararlanılarak 1547 periyodik ağacın kabuklu çap ve kabuklu hacim değerleri hesaplanmıştır.

3.1.1.Kabuksuz Çap- Kabuklu Çap İlişkisi

Ağacın kabuk miktarı alım-satım ya da araştırma amacı ile bilinmek istenmektedir. Bu bilgiler ağacın kesilerek ölçümü yoluyla doğrudan bulunabildiği gibi, istatistik ortalama olarak dolaylı yoldan da bulunabilir. İstatistik ortalamalar deneme ağaçlarından ya da uygulama sırasında kesim sonuçlarına göre elde edilen veriler yardımıyla hesaplanmaktadır. Genellikle bu değerler, göğüs çapına bağlı bir fonksiyon olarak verilmektedir (Kalıpsız, 1999).

Ağacın göğüs boyundaki çapının kabuksuz çapına oranı olarak (3) ya da kabuklu ve kabuksuz göğüs çapları arasında (4) istatistik ilişki kurulmaktadır (Meyer, 1942; Kalıpsız, 1999).

$$K = \frac{\sum d_{kbl}}{\sum d_{kbz}} \quad (3)$$

$$d_{kbl} = a_0 + a_1 * d_{kbz} \quad (4)$$

d_{kbl} : Kabuklu göğüs çapı (cm)

d_{kbz} : Kabuksuz göğüs çapı (cm)

Çalışmamızda 1547 kabuksuz çapa sahip periyodik ağaçların kabuklu çaplarını hesaplamak için 225 kabuklu-kabuksuz çap değerine sahip olan ağaçların verileri kullanılarak kabuklu çap bağımlı, kabuksuz çap bağımsız değişken alınarak $d_{kbl} = a_0 + a_1 * d_{kbz}$ şeklinde bir regresyon modeli oluşturulmuştur.

Tablo 3. Kabuksuz - kabuklu çap regresyon denkleminin ait istatistikler.
Table 3. The statistics of regression equation of inside-outside bark diameter

n	R ²	S _e	F	a ₀	a ₁
225	0,9921	0,4579	5902,712***	0,3038	1,0566

Periyodik ağaçların kabuklu çaplarını tahmin etmek için oluşturulan regresyon denkleminin belirtme katsayısı R²= % 99,21, standart hatası 0,4579 cm ve F=5902,712*** olarak hesaplanmıştır (Tablo/ Table 3). F değerine ait p<0,001 olduğundan regresyon denklemi istatistik olarak anlamlı bulunmuştur.

3.1.2 Kabuksuz Hacim – Kabuklu Hacim İlişkisi

Kabuksuz hacim ve kabuklu hacim arasında kabuksuz-kabuklu çap arasındaki ilişkiye benzer bir ilişki kullanılarak kabuk hacim faktörü hesaplanabilir ve regresyon modelleri oluşturulabilir. 225 ağaca ait kabuklu ve kabuksuz hacim değerleri koordinat sistemine taşınmış ve noktalar dağılımı orijinden geçecek şekilde doğrusal bir eğilim göstermiştir. Bu nedenle 1547 kabuksuz hacme sahip periyodik ağaçların kabuklu hacimlerini hesaplamak için, kabuklu hacim bağımlı, kabuksuz hacim bağımsız değişken alınarak $V_{kbl} = a_1 * V_{kbz}$ şeklinde bir regresyon modeli oluşturulmuştur.

Tablo 4. Kabuksuz - kabuklu hacim regresyon denkleminin ait istatistikler
Table 4. The statistics of regression equation of inside-outside bark volume

n	R ²	S _e	F	a ₁
225	0,9937	11,86	282573,3***	1,158

Periyodik ağaçların kabuklu hacimlerini tahmin etmek için oluşturulan regresyon denkleminin belirtme katsayısı R²= % 99,37, standart hatası 11,86 dm³ ve F=282573,3*** olarak hesaplanmıştır (Tablo / Table 4). F değerine ait p<0,001 olduğundan regresyon denklemi istatistik olarak anlamlı bulunmuştur.

3.1.3 Çift Girişli Ağaç Hacim Tablosunun Düzenlenmesi

Çalışmamızda gövde analizi sonucunda elde edilen veriler Özdemir ve Aylak Özdemir tarafından MS Excel 2010 programının VBA makro özelliğinden yararlanılarak oluşturulan gövde analizi programına aktarılmıştır. Bu program yardımıyla 10'ar yıllık periyodlara göre çap, boy ve hacim değerleri hesaplanmıştır. Sonuçta 1772 periyodik ağaç elde edilmiş, kabuksuz çapa ve hacme sahip olan 1547 periyodik gövdenin kabuklu çapı ve hacmi, yukarıdaki bölümlerde açıklanan ilişkiler yardımıyla hesaplanmıştır. Hacim denkleminin elde edilmesinde ve hacim tablosunun oluşturulmasında regresyon analizi tekniği kullanılmıştır. Periyodik ağaçların hacimleri göğüs çapı ve boy ile ilişkiye getirilmiştir.

Çalışmamızda, çift girişli ağaç hacim tablosu düzenlemesinde Näslund'un önerdiği model 5 kullanılmıştır (Kalıpsız, 1999).

$$V = 1,787813 + 0,07051 * d_{1,3}^2 + 0,021437 * d_{1,3}^2 * h - 0,106656 * h^2 + 0,021527 * d_{1,3} * h^2 \quad (5)$$

V: Hacim (dm³)
d_{1,3}: Göğüs çapı (cm)
h: Ağaç boyu (m)

Ağaç hacmini tahmin etmek için oluşturulan regresyon denkleminin belirtme katsayısı R²= % 98,87, standart hatası 13,56 dm³ ve F=38383,27*** olarak hesaplanmıştır. F değerine ait p<0,001 olduğundan regresyon denklemi istatistik olarak anlamlı bulunmuştur.

3.2 MEŞE BONİTET TABLOSUNUN DÜZENLENMESİ

3.2.1 Meşcere Üst Boyu – Yaş İlişkisi

Çalışmamızda alınan 101 örnek alanın üst boyları her alan için elde edilen meşcere boy eğrisinden yaşları ise gövde analizi için kesilen ağaçlardan saptanmıştır. Elde edilen üst boy ve yaş değerleri x, y koordinat sisteminde apsis ekseninde yaş, ordinat ekseninde boy olmak üzere noktalanmıştır (Şekil / Figure 2). Noktalar dağılımının açık S eğrisi şeklinde olduğu görülmüştür. Bu ilişki için Prodan (1961) formül (6)'daki modeli önermiştir. Bu model boylanma eğrisinin bilinen genel şekline uygun düşmektedir (Akalp, 1978).

Çalışmamızda bu model esas alınmış ve regresyon denkleminin istatistikleri aşağıda verilmiştir.

$$h_{üst} = \frac{t^2}{a_0 + a_1 \cdot t + a_2 \cdot t^2} \quad (6)$$

$h_{üst}$: Üst boy (m)
t: Yaş (yıl)

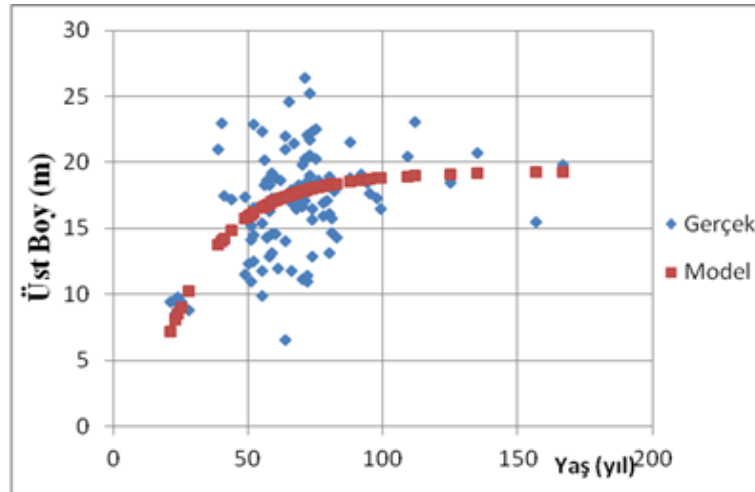
Tablo 5. Yaş – üst boy ilişkisine ait regresyon denkleminin istatistikleri
Table 5. The statistics of regression equation of age-top height relationship

n	R ²	S _e	F	f	a ₀	a ₁	a ₂
101	0,9231	3,481	582,164	1,0432	50,301343	-0,488272	0,055283

Yaş - Üst boy ilişkisine ait regresyon denkleminin belirtme katsayısı R²= % 92,31, standart hatası 3,481 m ve F=582,164*** olarak hesaplanmıştır. F değerine ait p<0,001 olduğundan regresyon denklemi istatistik olarak anlamlı bulunmuştur. Tablo / Table 5'deki f değeri ise düzeltme faktörüdür.

Regresyon modeli doğrusal forma dönüştürüldükten sonra katsayıları hesaplandığı için denklemden elde edilen değerlerin bir düzeltme faktörü ile çarpılması gerekmektedir. Düzeltme faktörü ölçülen (gerçek) boy değerlerinin toplamının ($\sum h_{üstger}$), regresyon denkleminde elde edilen boy değerlerinin toplamına ($\sum h_{üstmod}$) oranlanması ile hesaplanmaktadır (7).

$$f = \frac{\sum h_{üstger}}{\sum h_{üstmod}} \quad (7)$$



Şekil 2. Yaş – üst boy ilişkisi
Figure 2. Age-top height relationship

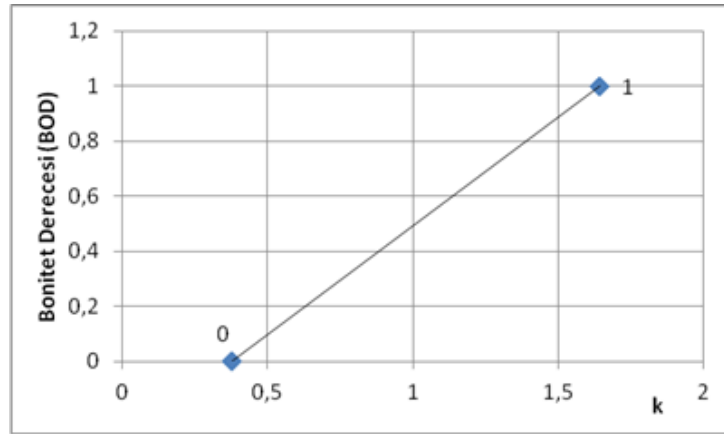
3.2.2 Bonitet Eğrilerinin Türetilmesi ve Bonitet Tablosunun Oluşturulması

Çalışmamızda bonitet eğrilerinin elde edilmesinde ve bonitet tablosunun oluşturulmasında farklı bir yöntem kullanılmıştır. Her örnek alanın yaşına göre üst boy- yaş ilişkisine ait regresyon denkleminde (kılavuz eğriden) üst boy ($h_{üstmod}$) değeri hesaplanmıştır (6). Bu değer her örnek alanda belirlenen (gerçek) üst boy ($h_{üstger}$) değerine oranlanmıştır (8).

$$k = \frac{h_{üstger}}{h_{üstmod}} \quad (8)$$

Daha sonra hesaplanan örnek alanlara ait bu k oranları küçükten büyüğe doğru sıralanmıştır. Bulunan bu oranların en küçük değeri (0.376) bonitet derecesi 0 (BOD = 0) ve en büyük değeri (1.643) de bonitet derecesi 1 (BOD=1) kabul edilerek bu iki nokta arasından doğru denklemi geçirilmiştir (Şekil / Figure 3). Sonuçta aşağıdaki doğru denklemi elde edilmiştir (9).

$$BOD = 0.789212187 * k - 0.296530036 \quad (9)$$



Şekil 3. BOD=0 ve BOD=1 için doğru denklemi
Figure 3. Straight line equation for BOD=0 and BOD=1

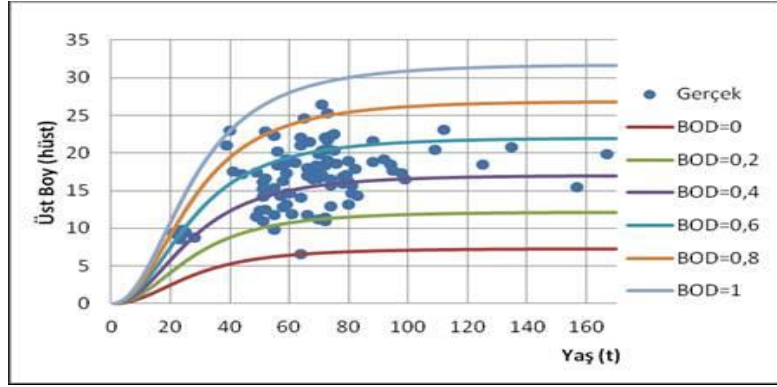
Denklemden X ve Y simgelerini temsil eden değişkenler yazılarak aşağıdaki formül oluşturulmuştur (10).

$$BOD = 0.789212187 * (h_{üstger}/h_{üstmod}) - 0.296530036 \quad (10)$$

Bu denklemden $h_{üstmod}$ değişkeninin karşılığı olan formül (6) yerine konulmuş ve $h_{üstger}$ değişkenine göre yeniden çözülmüştür. Böylece genelleştirilmiş bonitet derecesi eğrileri denklemi elde edilmiştir (11).

$$h_{üstger} = (1,267086364 * BOD + 0,375729165) * \left(\frac{t^2}{50,301343 - 0,488272 * t + 0,055284 * t^2} \right) * f \quad (11)$$

$h_{üstger}$: Örnek alandan elde edilen üst boy (m)
BOD: Bonitet derecesi
t: Yaşı (yıl)
f: Düzeltme faktörü



Şekil 4. Değişik bonitet dereceleri için türetilen üst boy (bonitet) eğrileri
Figure 4. Top height (site quality) curves generated for different site quality degrees

Grafikten de (Şekil / Figure 4) görüleceği üzere bonitet eğrileri noktaları kapsamakta aşırı yönde değerler vermemektedir. BOD=0'a ait bonitet eğrisi k oran değerinin en küçük olduğu örnek alan noktası üzerinden geçerken, BOD=1'e ait bonitet eğrisi ise k oran değerinin en büyük olduğu örnek alan noktası üzerinden geçmektedir. Genelleştirilmiş bonitet derecesi eğrileri denklemi kullanılarak değişik bonitet dereceleri için üst boylar tablolaştırılarak bonitet tablosu elde edilmiştir (Tablo / Table 6).

Tablo 6. Bonitet tablosu
Table 6. Site quality table

Yaş	BONİTET DERECELERİ										
	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	ÜST BOYLAR										
20	2.5	3.4	4.2	5.1	5.9	6.8	7.6	8.5	9.3	10.2	11.0
30	4.2	5.6	7.0	8.4	9.8	11.2	12.6	14.0	15.4	16.8	18.2
40	5.3	7.1	8.9	10.7	12.5	14.3	16.1	17.8	19.6	21.4	23.2
50	6.0	8.1	10.1	12.1	14.2	16.2	18.2	20.3	22.3	24.3	26.4
60	6.5	8.7	10.8	13.0	15.2	17.4	19.6	21.8	23.9	26.1	28.3
70	6.8	9.0	11.3	13.6	15.9	18.1	20.4	22.7	25.0	27.3	29.5
80	6.9	9.3	11.6	14.0	16.3	18.6	21.0	23.3	25.7	28.0	30.3
90	7.1	9.4	11.8	14.2	16.6	19.0	21.3	23.7	26.1	28.5	30.9
100	7.1	9.5	12.0	14.4	16.8	19.2	21.6	24.0	26.4	28.8	31.2
110	7.2	9.6	12.0	14.5	16.9	19.3	21.7	24.2	26.6	29.0	31.5
120	7.2	9.7	12.1	14.5	17.0	19.4	21.9	24.3	26.7	29.2	31.6
130	7.3	9.7	12.2	14.6	17.1	19.5	21.9	24.4	26.8	29.3	31.7
140	7.3	9.7	12.2	14.6	17.1	19.6	22.0	24.5	26.9	29.4	31.8
150	7.3	9.8	12.2	14.7	17.1	19.6	22.0	24.5	27.0	29.4	31.9

Genelleştirilmiş bonitet derecesi eğrileri denkleminde standart yaştaki ($t=100$) üst boy değeri Bonitet Endeksini verdiğinden dolayı standart yaş ($t=100$) yerine konarak bonitet derecesi ve bonitet endeksi ilişkisini veren denklem elde edilmiştir (12).

$$BOE = 7.07139099820308 + 23.8471323042902 * BOD \quad (12)$$

BOE: Bonitet endeksi (m)

BOD: Bonitet derecesi

BOD 0-1 değerleri arasında olduğu için, 0,2 genişliğinde beş bonitet sınıfı oluşturulmuştur (Tablo / Table 7).

Tablo 7. Bonitet sınıfı sınır ve kılavuz eğrilerinin bonitet derece ve endeksleri
Table 7. Site quality degrees and indices of the boundary and guide curves of site quality classes

Bonitet Dereceleri	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
Bonitet Endeksleri (m)	7.1	9.5	12.0	14.4	16.8	19.2	21.6	24.0	26.4	28.8	31.2
Bonitet Sınıfları	V			IV		III		II		I	

3.3 MEŞCERE SIKLIK DERECESİ

Çalışmamızda örnek alanların sıklık dereceleri, yaş ve bonitet derecesinin meşcere göğüs yüzeyi ile olan istatistik ilişkisi yardımıyla hesaplanmıştır. Örnek alanların göğüs yüzeyleri, örnek alanların yaş ve bonitet dereceleri ile ilişkiye getirilmiş bir modelle dengelenmiştir (13).

$$\hat{G} = f(t, BOD) \quad (13)$$

3.3.1 Meşcere Göğüs Yüzeyi ile Yaş ve Bonitet İlişkisi

Örnek alanlardan hesaplanan meşcere göğüs yüzeyleri ve yaş değerleri koordinat sistemine taşınmış, meşcere boy eğrisi için NASLUND tarafından önerilen modelin noktalar dağılımını en iyi temsil eden model olduğu görülmüştür (14).

$$\hat{G} = \frac{t^2}{(a_0 + a_1 * t)^2} \quad (14)$$

Tablo 8. Yaş – meşcere göğüs yüzeyi ilişkisine ait regresyon denkleminin istatistikleri
Table 8. The statistics of the regression equation of age-stand basal area relationship

n	R ²	S _e	F	f	a ₀	a ₁
101	0,6577	8,14	190,261	1,1162	3,160701	0,177104

Yaş – Meşcere Göğüs Yüzeyi ilişkisine ait regresyon denkleminin belirtme katsayısı R²= % 65,77, standart hatası 8,14 m²/ha ve F=190,261 *** olarak hesaplanmıştır (Tablo / Table 8). F değerine ait p<0,001 olduğundan regresyon denklemi istatistik olarak anlamlı bulunmuştur.

Örnek alanların meşcere göğüs yüzeyleri yaş değişkeninin yanında örnek alanların bonitet derecesi değişkeni ile de ilişkili olduğu düşüncesiyle modele bonitet derecesi değişkeninin de eklenmesi gerekmektedir. Bu nedenle meşcere göğüs yüzeyi ile bonitet dereceleri arasındaki dağılım dikkate alınarak değişik bonitet derecelerinde meşcere göğüs yüzeyinin yaşa göre gelişimine en uygun model olarak formül 15 elde edilmiştir.

$$\hat{G} = \frac{t^2}{(a_0 + a_1 * t + a_2 * BOD + a_3 * BOD * t)^2} \quad (15)$$

G: Göğüs yüzeyi (m²/ha)
t: Yaş (yıl)

Tablo 9. Yaş, bonitet derecesi ile meşcere göğüs yüzeyi arasındaki ilişkiye ait regresyon denkleminin istatistikleri
Table 9. The statistics of the regression equation of age-site quality-stand basal area relationship

n	R ²	S _e	F	f	a ₀	a ₁	a ₂	a ₃
101	0,7562	7,37	100,312	1,0745	4,316016	0,232811	-1,62196	-0,12553

Yaş, Bonitet derecesi – Meşcere Göğüs Yüzeyi ilişkisine ait regresyon denkleminin belirtme katsayısı R²= % 75,62, standart hatası 7,37 m²/ha ve F=100,312 *** olarak hesaplanmıştır (Tablo / Table 9). F değerine ait p<0,001 olduğundan regresyon denklemi istatistik olarak anlamlı bulunmuştur.

3.4 MEŞCERE BOY EĞRİSİ

Göğüs çapı- boy ilişkisinin ortaya konabilmesi için ilk aşamada S eğrisi modeline uygun Saraçoğlu (1988), Carus (1998), Atıcı (1998) ve Yıldızbakan ve ark. (2012) tarafından kullanılan formül 16'daki model esas alınmıştır.

$$h = \frac{d_{1,3}^2}{a_0 + a_1 * d_{1,3} + a_2 * d_{1,3}^2} + 1,30 \quad (16)$$

h: Ağaç boyu (m)
d_{1,3}: Göğüs çapı (cm)

Tablo 10. Göğüs çapı – boy ilişkisine ait regresyon denkleminin istatistikleri
Table 10. The statistics of the regression equation of dbh-height relationship

n	R ²	S _e	F	f	a ₀	a ₁	a ₂
7405	0,8163	3,576	16446,68	1,0596	2,51374	0,485787	0,039751

Göğüs çapı – boy ilişkisine ait regresyon denkleminin belirtme katsayısı R²= % 81,63, standart hatası 3,576 m ve F=16446,68*** olarak hesaplanmıştır (Tablo / Table 10). F değerine ait p<0,001 olduğundan regresyon denklemi istatistik olarak anlamlı bulunmuştur.

İkinci aşamada göğüs çapına göre elde edilen kılavuz eğri, bonitet ve sıklık dereceleri ile ilişkiye getirilmiştir. Meşe ağaç türünde çap-boy ilişkisi üzerinde yaş değişkeninin pek fazla etkisinin olmamasından dolayı göğüs çapına göre elde edilen kılavuz eğri yaş ile ilişkiye getirilememiştir (17).

$$h = \frac{(a_0 + a_1 * BOD + a_2 * SD + a_3 * BOD * SD) * d_{1,3}^2}{(2,51374 + 0,485787 * d_{1,3} + 0,039751 * d_{1,3}^2)} + 1,30 \quad (17)$$

h: Ağaç boyu (m)
BOD: Bonitet derecesi
SD: Sıklık derecesi
d_{1,3}: Göğüs çapı (cm)

Bu model yeniden düzenlenerek genelleştirilmiş meşcere boy eğrileri regresyon denklemi elde edilmiş ve istatistikleri hesaplanmıştır (Tablo / Table 11).

Tablo 11. Göğüs çapı, bonitet derecesi, sıklık derecesi – boy ilişkisine ait regresyon denkleminin istatistikleri
Table 11. The statistics of the regression equation of dbh-site quality-density degree-height relationship

n	R ²	S _e	F	f	a ₀	a ₁	a ₂	a ₃
7405	0,805	3,575	108,603	0,9991	0,456028	1,109984	0,151619	-0,183933

Göğüs çapı, bonitet derecesi, sıklık derecesi ile Boy ilişkisine ait regresyon denkleminin belirtme katsayısı R²= % 80,5, standart hatası 3,575 m ve F=108,603*** olarak hesaplanmıştır. F değerine ait p<0,001 olduğundan regresyon denklemi istatistik olarak anlamlı bulunmuştur.

3.5 MEŞCERE AĞAÇ SAYISI

3.5.1 Meşcere Ağaç Sayısının Çap Basamaklarına Dağılımı

Meşcere kuruluşlarının ortaya konabilmesi için ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımının bilinmesi gerekmektedir. Çünkü meşceredeki galip ağaçların çap artımına katılma oranları mağlup ağaçlara göre daha fazladır (Kalıpsız, 1963; Akalp, 1978).

Sayı bakımından az olmasına karşın galip ve ortak galip ağaçların meşcere hacim artımına katılma oranları daha yüksek bulunmaktadır. Bundan dolayı meşcere ağaç sayısının çap basamaklarına

dağılımının bilinmesi, en yüksek hacim artımını veren optimum kuruluşun tespit edilmesinde gereklidir (Fırat, 1972; Kalıpsız, 1998; Carus, 1998).

Ülkemizde ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımının modellenmesinde Yıldızbakan ve Diğ. (2012) sedir meşcerelerinin çap dağılımını, olasılık sıklık fonksiyonuna ait ordinat değerlerini (y), standardize edilmiş değerlerin yanında bonitet derecesi, sıklık derecesi ve meşcere yaşı ile ilişkiye getirerek modellemiştir.

Çalışmamızda çap dağılımının modellenmesinde ve bu modele göre çapların türetilmesinde Yıldızbakan ve Diğ (2012) tarafından uygulanan yöntem esas alınmıştır. Bu çalışmada örnek alanlarda ölçülen göğüs çaplarının 4 cm'lik çap basamaklarına dökümü yapılmış daha sonra örnek alanın hektara çevirme katsayısı ile çarpılarak her basamakta hektardaki frekans değerleri (f_i) elde edilmiştir. Çap basamaklarındaki bu değerler toplanarak örnek alana ait meşcere ağaç sayısı ((N); adet/ha) hesaplanmıştır.

Örnek alanlara ait ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımlarının (frekans dağılımı) dengelenebilmesi için, çap basamağı değerleri standardize edilmek suretiyle apsis ekseninde sıfır noktası etrafına taşınmıştır. Çap basamak değerleri aşağıdaki formül yardımıyla standardize edilmiştir (18).

$$z = \frac{d - \bar{d}}{s} \quad (18)$$

z: Standardize değer
d: Çap basamak değeri (cm)
 \bar{d} : Göğüs çaplarının aritmetik ortalaması (cm)
s: Standart sapma (cm)

Formülde z standardize değerini, d çap basamak değerini (cm) (basamak ortası), \bar{d} örnek alandaki göğüs çaplarının aritmetik ortalamasını (cm) ve s ise örnek alandaki göğüs çaplarının standart sapmalarını göstermektedir.

Standardize değerlerin bir kısmı doğal olarak negatif olduğu için standardize değerlere 10 ilave edilerek bu standardize değerler pozitif değerlere dönüştürülmüştür. Böylece probit denilen bu p değerleri yardımıyla frekans dağılımları apsis ekseninde 10 noktası civarına taşınmış olmaktadır (19).

$$p = \frac{d - \bar{d}}{s} + 10 \quad (19)$$

p: Probit değer
d: Çap basamak değeri (cm)
 \bar{d} : Göğüs çaplarının aritmetik ortalaması (cm)
s: Standart sapma (cm)

Standardize edilmiş değerler elde edildikten sonra 4 cm'lik çap basamaklarına karşılık gelen standardize çap basamağı genişliği (Δz) aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır (20).

$$\Delta z = z_{üst} - z_{alt} = \frac{(d+2) - \bar{d}}{s} - \frac{(d-2) - \bar{d}}{s} = \frac{4}{s} \quad (20)$$

$z_{üst}$: Basamak üst sınırına ait standardize değer
 z_{alt} : Basamak alt sınırına ait standardize değer
s: Standart sapma (cm)

Standardize çap basamağı genişliği, basamak üst sınırına ait standardize değerden basamak alt sınırına ait standardize değerler farkı olarak elde edilmektedir.

Olasılık sıklık fonksiyonuna ait ordinat değerlerinin (y) hesaplanmasında aşağıdaki formülden yararlanılmıştır (21).

$$y_i = \frac{f_i}{N \cdot \Delta z} \quad (21)$$

Formülde, f_i i. çap basamağına ait frekans değerini, N hektardaki toplam ağaç sayısını, Δz ise standardize çap basamağı genişliğini göstermektedir. Formüldeki (f_i/N) değeri ile çap basamağındaki frekanslar olasılık değerlerine dönüştürülmektedir. Bu durumda örnek alanda çap basamaklarındaki olasılık toplamı 1'e eşit olacaktır. Her basamak için elde edilen bu olasılık değerleri standardize basamak genişliğine bölünerek, birim alandaki olasılık değerine eşit olan y değerlerine ulaşılmaktadır. Yukarıda açıklandığı şekilde tüm örnek alanlarda olasılık sıklık fonksiyonuna ait basamakların apsisi değerleri (p) ve ordinat değerleri (y) hesaplanmıştır. Tablo / Table 12'de 59 no'lu örnek alan için p ve y değerlerinin hesaplanması verilmektedir.

Tablo 12. 59 no'lu örnek alanda olasılık sıklık fonksiyonuna ait çap basamaklarının apsisi (p) ve ordinat (y) değerlerinin hesaplanması

Table 12. The calculation of abscissa(p) and ordinate(y) of diameter classes pertaining to probability density function in sample plot 59

BO	f	N	d	s	z	Δz	y	P
6	50	837,5	14,46	4,056	-2,085	0,986	0,060538	7,915
10	200	837,5	14,46	4,056	-1,099	0,986	0,242152	8,901
14	337,5	837,5	14,46	4,056	-0,113	0,986	0,408632	9,887
18	150	837,5	14,46	4,056	0,873	0,986	0,181614	10,873
22	100	837,5	14,46	4,056	1,859	0,986	0,121076	11,859

3.5.1.1 Göğüs Çaplarının Aritmetik Ortalama ve Standart Sapmaları ile İlgili İlişkiler

Aynı yaşlı meşcerelerde zamanla ağaç sayısı azalma eğilimi göstermekte ve iyi bonitetlerde ortamın verim gücünün yüksek olması nedeniyle ağaç sayısı daha az bulunmakta, buna karşın meşcere aritmetik orta çapı daha büyük olmaktadır. Meşcere orta çapının yaşa bağlı olarak gelişimini aynı zamanda meşcere sıklığı da etkilemektedir (Yıldızbakan ve ark., 2012).

İlk aşamada örnek alanlarda ölçülen aritmetik orta çapların meşcere yaşına göre gelişimleri grafik olarak incelenmiştir. Aritmetik orta çapların meşcere yaşına göre oluşturduğu noktalar dağılımını, Yaş- Meşcere göğüs yüzeyi ilişkisini modellediğimiz, NASLUND tarafından önerilen modelin en iyi temsil ettiği görülmüştür (22).

$$\bar{d} = \frac{t^2}{(a_0 + a_1 \cdot t)^2} \quad (22)$$

\bar{d} : Aritmetik orta çap (cm)
t: Yaş (yıl)

Tablo 13. Yaş – aritmetik orta çap ilişkisine ait regresyon denkleminin istatistikleri
Table 13. The statistics of the regression equation of age-arithmetic mean diameter relationship

n	R ²	S _e	F	f	a ₀	a ₁
101	0,7799	4,241	350,885	1,038	5,931845	0,148729

Yaş – aritmetik orta çap ilişkisine ait regresyon denkleminin belirtme katsayısı R²= % 77,99, standart hatası 4,241 cm ve F=350,885*** olarak hesaplanmıştır. F değerine ait p<0,001 olduğundan regresyon denklemi istatistik olarak anlamlı bulunmuştur (Tablo / Table 13).

İkinci aşamada meşcere yaşına göre elde edilen kılavuz eğri, bonitet ve sıklık dereceleri ile ilişkiye getirilmiş ve regresyon denkleminin istatistikleri hesaplanmıştır (23).

$$\bar{d} = \frac{(a_0 + a_1 * BOD + a_2 * SD + a_3 * BOD * SD) * t^2}{(5,931845 + 0,148729 * t)^2} \quad (23)$$

\bar{d} : Aritmetik orta çap (cm)
BOD: Bonitet derecesi
SD: Sıklık derecesi
t: Yaş (yıl)

Tablo 14. Yaş, bonitet derecesi, sıklık derecesi – aritmetik orta çap ilişkisine ait regresyon denkleminin istatistikleri
Table 14. The statistics of the regression equation of age-site quality-density degree-arithmetic mean diameter relationship

n	R ²	S _e	F	f	a ₀	a ₁	a ₂	a ₃
101	0,5397	3,325	37,914	1,0334	0,578941	0,938614	-0,108092	0,161459

Yaş, bonitet derecesi ve sıklık derecesi ile aritmetik orta çap ilişkisine ait regresyon denkleminin belirtme katsayısı R²= % 53,97, standart hatası 3,325 cm ve F=37,914*** olarak hesaplanmıştır (Tablo / Table 14). F değerine ait p<0,001 olduğundan regresyon denklemi istatistik olarak anlamlı bulunmuştur. Aritmetik orta çapın meşcere yaşı bonitet derecesi ve sıklık derecesine göre gösterdiği değişimler incelendikten sonra öncelikle örnek alanlarda ölçülen çapların standart sapmalarının meşcere yaşına göre gelişimleri grafik olarak incelenmiştir. Çaplara ait standart sapmaların meşcere yaşına göre oluşturduğu noktalar dağılımının üssel bir ilişki gösterdiği tespit edilmiştir (24).

$$s = a_0 * t^{a_1} \quad (24)$$

s: standart sapma (cm)
t: Yaş (yıl)

Tablo 15. Yaş – standart sapma ilişkisine ait regresyon denkleminin istatistikleri
Table 15. The statistics of the regression equation of age-site quality-stand basal area relationship

n	R ²	S _e	F	f	a ₀	a ₁
101	0,241	1,624	31,431	1,0478	0,609235	0,484892

Yaş ile standart sapma ilişkisine ait regresyon denkleminin belirtme katsayısı R²= % 24,1, standart hatası 1,624 cm ve F=31,431*** olarak hesaplanmıştır (Tablo / Table 15). F değerine ait p<0,001 olduğundan regresyon denklemi istatistik olarak anlamlı bulunmuştur.

İkinci aşamada meşcere yaşına göre elde edilen kılavuz eğri, bonitet ve sıklık dereceleri ile ilişkiye getirilmiş ve regresyon denkleminin istatistikleri hesaplanmıştır (25).

$$s = (a_0 + a_1 * BOD + a_2 * SD + a_3 * BOD * SD) * (0,609235 * t^{0,484892}) \quad (25)$$

s: Standart sapma (cm)
BOD: Bonitet derecesi
SD: Sıklık derecesi
t: Yaş (yıl)

Tablo 16. Yaş, bonitet derecesi, sıklık derecesi – standart sapma ilişkisine ait regresyon denkleminin istatistikleri
Table 16. The statistics of the regression equation of age-site quality degree-density degree-standard deviation relationship

n	R ²	S _e	F	f	a ₀	a ₁	a ₂	a ₃
101	0,1844	1,467	7,311	1,003	0,993033	-0,212874	-0,396380	1,041832

Yaş, bonitet derecesi ve sıklık derecesi ile standart sapma ilişkisine ait regresyon denkleminin belirtme katsayısı $R^2 = \% 18,44$, standart hatası 1,467 cm ve $F=7,311^{***}$ olarak hesaplanmıştır (Tablo / Table 16). F değerine ait $p < 0,001$ olduğundan regresyon denklemi istatistik olarak anlamlı bulunmuştur.

3.5.1.2 Probit p Değerinin Alt ve Üst Sınırları

Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımı, p, bonitet derecesi, sıklık derecesi ve meşcere yaşının fonksiyonu olarak oluşturulan olasılık sıklık fonksiyonu ile modellenmektedir. Bu olasılık sıklık fonksiyonu p değerinin alt ve üst sınırları ile tanımlıdır. Bu değerlerin tanımladığı aralığın dışında kalan p değerleri için olasılık sıklık fonksiyonu 0 değerini almaktadır (Yıldızbakan ve ark., 2012). p değerinin alt ve üst sınır değerleri meşceredeki en küçük (d_{min}) ve en büyük (d_{mak}) çap değerlerine göre hesaplanmaktadır. Bu nedenle meşceredeki en küçük ve en büyük çap değerleri yaş, bonitet derecesi ve sıklık derecelerine göre ortalama olarak saptanması ve bunlara karşı gelen p değerlerinin hesaplanması gerekir. Bu amaçla meşceredeki en küçük ve en büyük göğüs çaplarının meşcere yaşına göre gösterdiği eğilimler incelenmiştir.

Meşceredeki en küçük çap değerinin meşcere yaşına göre oluşturduğu noktalar dağılımının üssel bir ilişki gösterdiği tespit edilmiştir (26).

$$d_{min} = a_0 * t^{a_1} \quad (26)$$

Tablo 17. Yaş – d_{min} ilişkisine ait regresyon denkleminin istatistikleri
Table 17. The statistics of the regression equation of age- d_{min} relationship

n	R ²	S _e	F	f	a ₀	a ₁
101	0,144	4,625	16,681	1,426	0,034693	1,158031

Yaş ile meşceredeki en küçük çap (d_{min}) ilişkisine ait regresyon denkleminin belirtme katsayısı $R^2 = \% 14,4$, standart hatası 4,625 cm ve $F=16,681^{***}$ olarak hesaplanmıştır (Tablo / Table 17). F değerine ait $p < 0,001$ olduğundan regresyon denklemi istatistik olarak anlamlı bulunmuştur.

İkinci aşamada meşcere yaşına göre elde edilen kılavuz eğri, bonitet ve sıklık derecesi ile ilişkiye getirilmiş ve regresyon denkleminin istatistikleri hesaplanmıştır (27).

$$d_{min} = (a_0 + a_1 * BOD + a_2 * SD + a_3 * BOD * SD) * (0,049479 * t^{1,158031}) \quad (27)$$

d_{min} : Meşcerede en küçük çap değeri (cm)

BOD: Bonitet derecesi

SD: Sıklık derecesi

t: Yaş (yıl)

Tablo 18. Yaş, bonitet derecesi, sıklık derecesi – en küçük çap (d_{min}) ilişkisine ait regresyon denkleminin istatistikleri
Table 18. The statistics of the regression equation of age-site quality degree-density degree-smallest diameter (d_{min}) relationship

n	R ²	S _e	F	f	a ₀	a ₁	a ₂	a ₃
101	0,2603	4,543	11,379	1,015	0,082422	2,610498	-0,021155	-0,70758

Yaş, bonitet derecesi ve sıklık derecesi ile en küçük çap (d_{min}) ilişkisine ait regresyon denkleminin belirtme katsayısı $R^2 = \% 26,03$, standart hatası 4,543 cm ve $F=11,379^{***}$ olarak hesaplanmıştır (Tablo / Table 18). F değerine ait $p < 0,001$ olduğundan regresyon denklemi istatistik olarak anlamlı bulunmuştur.

Meşceredeki en büyük çap değerinin (d_{mak}) meşcere yaşına göre oluşturduğu noktalar dağılımını, Yaş-Meşcere göğüs yüzeyi ilişkisini modellediğimiz, NASLUND tarafından önerilen modelin en iyi temsil ettiği görülmüştür (28).

$$d_{mak} = \frac{t^2}{(a_0 + a_1 \cdot t)^2} \quad (28)$$

Tablo 19. Yaş – d_{mak} ilişkisine ait regresyon denkleminin istatistikleri
Table 19. The statistics of the regression equation of age-maximum dbh (d_{mak}) relationship

n	R ²	S _e	F	f	a ₀	a ₁
101	0,824	6,628	462,367	1,038	4,025179	0,129289

Yaş ile meşceredeki en büyük çap (d_{mak}) ilişkisine ait regresyon denkleminin belirtme katsayısı $R^2 = \% 82,4$, standart hatası 6,628 cm ve $F=462,367^{***}$ olarak hesaplanmıştır (Tablo / Table 19). F değerine ait $p < 0,001$ olduğundan regresyon denklemi istatistik olarak anlamlı bulunmuştur.

İkinci aşamada meşcere yaşına göre elde edilen kılavuz eğri, bonitet ve sıklık derecesi ile ilişkiye getirilmiş ve regresyon denkleminin istatistikleri hesaplanmıştır (29).

$$d_{mak} = \frac{(a_0 + a_1 \cdot BOD + a_2 \cdot SD + a_3 \cdot BOD \cdot SD) \cdot t^2}{(4,025179 + 0,129289 \cdot t)^2} \quad (29)$$

d_{mak} : Meşceredeki en büyük çap değeri (cm) BOD: Bonitet derecesi
SD: Sıklık derecesi t: Yaş (yıl)

Tablo 20. Yaş, bonitet derecesi, sıklık derecesi – en büyük çap (d_{mak}) ilişkisine ait regresyon denkleminin istatistikleri
Table 20. The statistics of the regression equation of age-site quality degree-density degree-maximum dbh (d_{mak}) relationship

n	R ²	S _e	F	f	a ₀	a ₁	a ₂	a ₃
101	0,5233	4,876	35,492	1,053	0,829406	0,234536	-0,339795	0,819816

Yaş, bonitet derecesi ve sıklık derecesi ile en büyük çap (d_{mak}) ilişkisine ait regresyon denkleminin belirtme katsayısı $R^2 = \% 52,33$, standart hatası 4,876 cm ve $F=35,492^{***}$ olarak hesaplanmıştır (Tablo / Table 20). F değerine ait $p < 0,001$ olduğundan regresyon denklemi istatistik olarak anlamlı bulunmuştur.

En büyük ve en küçük çap değerleri meşcere yaşı, bonitet ve sıklık derecesine göre yukarıda detayları açıklanan denklemlerden ortalama değerler olarak alınmakta ve p_{min} ve p_{mak} değerleri hesaplanabilmektedir (30).

$$p_{min} = \frac{\hat{d}_{min} - \hat{d}_{ort}}{s} + 10 \quad p_{mak} = \frac{\hat{d}_{mak} - \hat{d}_{ort}}{s} + 10 \quad (30)$$

p_{min} : Olasılık sıklık fonksiyonuna ait en küçük apsis değeri

p_{mak} : Olasılık sıklık fonksiyonuna ait en büyük apsis değeri

\hat{d}_{min} : En küçük çap değeri (cm)

\hat{d}_{ort} : Aritmetik ortalama çap (cm)

\hat{d}_{mak} : En büyük çap değeri (cm)

s: Standart sapma (cm)

3.5.1.3 Göğüs Çaplarının Türetilmesi

Ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımını modellemek için, p , bonitet derecesi, sıklık derecesi ve meşcere yaşının fonksiyonu olarak oluşturulan olasılık sıklık fonksiyonunun $y=f(p, T, BOD, SD)$ eğrisi altında kalan alan dengelemeden dolayı 1'e eşit olmamaktadır. Bundan dolayı meşcerede çapların değişim aralığına karşı gelen p eksenini üzerindeki belli bir aralıkta eğri ile p eksenini arasında kalan alan ardışık yamuk alanlarının toplamı (A) ile hesaplanmakta ve fonksiyon $y=f(p, T, BOD, SD)$ bu alan değerine bölünerek aşağıdaki olasılık sıklık fonksiyonu elde edilmektedir (31).

$$y_{os} = \frac{f(p,T,BOD,SD)}{A} \quad (31)$$

Yukarıda sözü edilen aralığın sınırları, meşcerede olması gereken en küçük ve en büyük çaplara (d_{min} , d_{mak}) karşı gelen p_{min} ve p_{mak} noktaları olmaktadır. Bu durumda olasılık sıklık fonksiyonu ile p ekseninde kalan alan 1'e eşit olmaktadır (32).

$$\int_{p_{min}}^{p_{mak}} \frac{f(p,T,BOD,SD)}{A} = 1 \quad (32)$$

Bu fonksiyona ait eğri meşceredeki çap dağılımını temsil etmektedir. Olasılık sıklık fonksiyonu meşceredeki ağaç sayısı (N) ile çarpıldığında, o meşcerenin çap dağılımını temsil eden dengelenmiş frekans fonksiyonu elde edilmektedir (33).

$$y_{fr} = \frac{N}{A} * f(p) \quad (33)$$

Bu fonksiyonun eğrisi ile p ekseninde arasında ve p_{min} ve p_{mak} aralığındaki alan meşcere ağaç sayısına (N) eşittir. Frekans fonksiyonunun eğrisi altındaki alan başlangıç sınır değerinden (p_{min}) başlayarak, 0,0001 genişlikte ardışık yamuk alanları toplamı olarak hesaplanmaktadır. Hesaplanan alan değerinin 1,2,3,... N 'e eşit olduğu noktalardaki p değerleri elde edilmektedir. Bu p değerleri yardımıyla 1 hektarlık alanda bulunması gereken kuramsal göğüs çapı değerleri aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmaktadır (34).

$$d = \hat{a}_{ort} + \hat{s} * (p - 10) \quad (34)$$

Çalışma kapsamında oluşturulan hasılat tablosu bilgisayar programında çaplar yukarıda anlatılan şekilde türetilerek 1 hektar alandaki göğüs çapları elde edilmektedir. Çap değerlerinin hesaplanmasında kullanılan formül 34'deki \hat{a}_{ort} ve \hat{s} değerleri daha önceki bölümlerde açıklandığı üzere meşcere yaşı, bonitet ve sıklık derecesi değişkenlerine göre genelleştirilmiş denklemlerden alınmaktadır.

3.6 HASILAT TABLOSUNUN DÜZENLENMESİ

Çalışmamızda Trakya yöresi meşe ormanları için sıklığa bağlı dinamik bir hasılat tablosu düzenlenmiştir. Asli, ara ve genel meşcere hacim ve hacim elemanlarına ait değerler, yaş, bonitet derecesi ve sıklık derecesine göre verilmektedir. Ayrıca meşe sıklığa bağlı hasılat tablosu, MS Excel 2010 programının Makro özelliğinden yararlanılarak programlanmıştır. Hasılat tablosunun düzenlenmesinde kullanılan örnek alanların yaklaşık % 98'si 20-150 yaş aralığında, % 83'ü ise 0,6-1,4 sıklık derecesi arasındadır. Bu nedenle Trakya yöresi meşe ormanlarında meşcere hacim ve hacim elemanlarını tayin etmek için kullanılacak olan bu hasılat tablosu 20- 150 yaş ve 0,6-1,4 sıklık derecesi aralığında güvenilir sonuçlar verebilecektir. Bu sınırlar dışında hasılat tablosunun hata derecesi yüksek değerler verebilmektedir. Hasılat tablosunun elemanlarının hesaplanış şekilleri aşağıdaki bölümlerde ayrıntılarıyla açıklanmıştır.

3.6.1 Meşcere Ağaç Sayısı

Meşcere ağaç sayısı, meşcere yaşı bonitet ve sıklık derecesinin fonksiyonu olarak oluşturulan regresyon denkleminde (formül 35) hesaplanmakta ve hasılat tablosunun 4. sütununa yazdırılmaktadır.

$$\ln(N) = a_0 + a_1 * \ln(t) + a_2 * BOD + a_3 * SD \quad (35)$$

N: Meşcere ağaç sayısı (adet/ha)

t: Yaş (yıl)

BOD: Bonitet derecesi

SD: Sıklık derecesi

3.6.2 Meşcere Hacmi

Meşcere ağaç sayısı kadar türetilen göğüs çapları ve göğüs çapı, bonitet derecesi ve sıklık derecesinin fonksiyonu olarak oluşturulan genelleştirilmiş meşcere boy eğrileri denkleminde (formül 3.15) elde edilen boy değerleri yardımıyla göğüs çapının ve boyun fonksiyonu olarak oluşturulan çift girişli ağaç hacim denkleminde ağaçların hacim değerleri elde edilmektedir.

Çift girişli ağaç hacim denkleminin oluşturulmasında kullanılan örnek ağaçlarının sınır değerleri dikkate alındığında, 36 cm göğüs çapına kadar ağaç hacimleri formül 5 yardımıyla güvenilir bir şekilde elde edilebilmektedir. 36 cm'den büyük göğüs çaplarına sahip olan ağaçların hacimlendirilmesinde göğüs çapı – göğüs boyu gövde şekil katsayısı ilişkisinden yararlanılmaktadır.

Gövde analizi yapılan 225 ağacın göğüs çapı ve göğüs boyu gövde şekil katsayısı değerleri koordinat sistemine taşınmış ve noktalar dağılımının aşağıdaki regresyon modeliyle temsil edilebileceği anlaşılmıştır (36).

$$f_{1,3} = a_0 + a_1 * Ln(d_{1,3}) \quad (36)$$

$f_{1,3}$: Göğüs boyu gövde şekil katsayısı

$d_{1,3}$: Göğüs çapı (cm)

Tablo 21. Göğüs çapı – göğüs boyu gövde şekil katsayısı ilişkisine ait regresyon denkleminin istatistikleri
Table 21. The statistics of the regression equation of dbh-dbh stem shape coefficient relationship

n	R ²	S _e	F	a ₀	a ₁
225	0,2247	0,047	64,639	0,740268	-0,07774

Göğüs çapı, ile göğüs boyu gövde şekil katsayısı ilişkisine ait regresyon denkleminin belirtme katsayısı R²= % 22,47, standart hatası 0,047 ve F=64,639*** olarak hesaplanmıştır (Tablo / Table 21). F değerine ait p<0,001 olduğundan regresyon denkleminin istatistik olarak anlamlı bulunmuştur.

Bu denklem ile göğüs boyu gövde şekil katsayısı, $d_{1,3}=40$ cm için $f_{1,3}=0,453$, $d_{1,3}=70$ cm için $f_{1,3}=0,410$ olarak bulunmaktadır. Göğüs boyu gövde şekil katsayısının bu çaplar arasındaki değerleri kabul edilebilir değerler olup ağaç hacminin hesaplanmasında güvenle kullanılabilir. Göğüs çapı 36 cm'den büyük olan ağaçların hacimleri aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmaktadır (37).

$$v = \frac{\pi}{4} * d_{1,3}^2 * h * (0,740268 - 0,077744 * Ln(d_{1,3})) \quad (37)$$

v: Hacim (dm³)

$d_{1,3}$: Göğüs çapı (cm) (göğüs boyu gövde şekil katsayısı hesaplanırken modelde birim $d_{1,30}$ cm., hacim hesaplanırken birim ise $d_{1,30}$ dm olarak alınacaktır)

h: Ağaç boyu (dm)

Çift girişli ağaç hacim denkleminde (formül 5) ve formül 37 ile hesaplanan ağaçların hacimleri toplanarak meşcere hacmi hesaplanmakta ve hasılat tablosunun 7. sütununa yazdırılmaktadır (38).

$$V = \sum_{i=1}^N v_i \quad (38)$$

3.6.3 Ara Meşcere Elemanlarının Hesaplanması

Ara meşcere elemanlarını, ağaç sayısı, gövde hacmi ve gövde hacim toplamı oluşturmaktadır. Ağaç sayısı daha önceki bölümlerde açıklandığı gibi birbirini izleyen yaş periyotlarının asli meşcereye ait ağaç sayıları arasındaki fark olarak hesaplanmakta ve hasılat tablosunun 8. sütununa yazdırılmaktadır.

Çalışmamızda ara meşcere hacminin hesaplanmasında Yıldızbakan ve diğ. (2012) tarafından önerilen yöntem esas alınmıştır. Bu yöntemde meşcereden t yaşının sonunda $N_a = N_t - N_{t+5}$ sayıdaki ağacın düzenli ölümler sonucu ayrılacağı varsayılmıştır. Bu durumda t yaşındaki bir meşcerede her bir ağacın düzenli ölümler sonucu meşcereden ayrılma şansının $1/N_t$ ve i . çap basamağından ayrılma şansının f_i/N_t olduğu kabul edilmektedir. Meşcereden periyot sonuna kadar N_a sayıda ağaç çıkması için i . basamaktan (39);

$$N_{ai} = \frac{f_i}{N_t} * N_a \quad (39)$$

sayıda ağaç çıkması gerekmektedir. Meşceredeki ağaçlar k sayıda çap basamağında bulunuyorsa, tüm basamaklardan düzenli ölümler sonucu ayrılacak ağaç sayısı da (40);

$$N_a = \sum_{i=1}^k \frac{f_i}{N_t} * N_a \quad (40)$$

olması gerekmektedir.

Meşceredeki i . çap basamağının değeri d_i ve bu çapa karşılık gelen ağacın genelleştirilmiş boy eğrisinden alınan değeri h_i ise bu basamaktaki bir ağacın hacmi de çift girişli hacim denkleminde (formül 5) veya formül 37'den v_i olarak bulunabilir. Bu hacim, i . basamaktan ayrılacak ağaç sayısı ile çarpılması durumunda i . basamaktan ayrılacak hacim bulunmaktadır. Tüm basamaklardan ayrılacak ağaçların toplam hacmi ise periyot sonunda meşcereden ayrılacak hacmi vermektedir (41).

$$V_a = \sum_{i=1}^k v_i * \frac{f_i}{N_t} * N_a \quad (41)$$

Hasılat tablosunda her periyotta düzenli ölümler ile periyot sonunda ayrılacak ağaçların hacmi (ara meşcere hacmi) bu şekilde hesaplanmakta ve hasılat tablosunun 9. sütununa yazdırılmaktadır. Birbirini izleyen yaş periyotları içinde ara meşcere hacimleri toplanarak ara meşcerenin periyot sonundaki toplam hacimleri de hesaplanmakta ve hasılat tablosunun 10. sütununa yazdırılmaktadır.

3.6.4 Hasılat Tablosunun Diğer Elemanlarının Hesaplanması

Asli ve ara meşcere hacim ve hacim elemanları hesaplandıktan sonra, meşcerenin artım ve verimi ile ilgili diğer bilgiler de hesaplanarak ilgili sütunlara yazdırılmış ve hasılat tablosunun düzenlenmesi tamamlanmıştır. Bu bilgilerden her biri aşağıda açıklandığı şekilde hasılat tablosunun daha önce hesaplanan elemanları yardımıyla hesaplanmıştır.

Yıllık cari hacim artımı; periyot başındaki ve sonundaki asli meşcere hacimleri arasındaki farka (net hacim artımı) ara meşcere hacmi eklenerek bulunan hacim periyot uzunluğuna bölünerek elde edilmiştir. Elde edilen değerler hasılat tablosunun 11. sütununa yazdırılmıştır (42).

$$\dot{I}_v = \frac{V_s - V_b + V_a}{\Delta t} \quad (42)$$

Yıllık cari hacim artım yüzdesi; yıllık cari hacim artımının periyot başındaki asli meşcere hacmine yüzde olarak oranlanmasıyla hesaplanmıştır. Hesaplanan değerler hasılat tablosunun 12. sütununa yazdırılmıştır (43).

$$P_{i_v} (\%) = \frac{\dot{I}_v}{V_b} * 100 \quad (43)$$

Genel hacim verimi (genel meşcere hacmi); her yaş periyodundaki asli meşcere hacmi ile o yaşa kadar olan ara meşcere hacimleri toplanarak hesaplanmış ve hasılat tablosunun 13. sütununa yazdırılmıştır (44).

$$V_{G;t} = V_{Asli;t} + \sum V_{a;t} \quad (44)$$

Genel hacim verimi içindeki ara hasılat yüzdesi; her yaş periyodundaki ara meşcere hacim toplamının genel hacim verimine yüzde olarak oranlanmasıyla bulunmakta ve hasılat tablosunu 14. sütununa yazdırılmaktadır (45).

$$P_{A.H} (\%) = \frac{\sum V_{a;t}}{V_{G;t}} * 100 \quad (45)$$

Asli meşçere genel ortalama hacim artımı; asli meşçere hacminin meşçere yaşına oranlanmasıyla hesaplanmış ve hasılat tablosunu 15. sütununa yazdırılmıştır (46).

$$\bar{I}_{Asli;t} = \frac{V_{Asli;t}}{t} \quad (46)$$

Genel ortalama hacim artımı; genel hacim veriminin meşçere yaşına bölünmesiyle hesaplanmış ve hasılat tablosunu 16. sütununa yazdırılmıştır (47).

$$\bar{I}_{G;t} = \frac{V_{G;t}}{t} \quad (47)$$

3.6.5 Hasılat Tablosu Bilgisayar Programı ve Hasılat Tablosunun Kullanılması

Çalışmamızda oluşturulan Trakya Yöresi sıklığa bağlı meşe hasılat tablosunun kullanılabilmesi için meşçereye ait yaş, bonitet endeksi ve sıklık derecesi değerleri belirlenmelidir. Bunun için Trakya yöresi meşe meşçerelerinden bazı ölçülerin alınması gerekmektedir. Meşçere yaşı alandan direkt olarak belirlenebilmektedir. Bonitet derecesinin saptanması için meşçere yaşının yanında meşçere üst boyunun da belirlenmesi gerekmektedir. Meşçere üst boyu, alanda en kalın ağacın çapından 1'er cm ardışık olarak geriye 4 cm giderek bulunacak 4 ağacın ve en kalın ağacın çap ortalamasına meşçere boy eğrisinde karşılık gelen boy değeri olarak hesaplanabilir.

Tespit edilen meşçere üst boyu ve yaş değerleri genelleştirilmiş bonitet derecesi eğrileri denkleminde (formül 11) yerine konarak bonitet derecesi bulunmaktadır. Sıklık derecesinin belirlenmesi için öncelikle meşçere göğüs yüzeyinin bulunması gerekmektedir.

Meşçere göğüs yüzeyi saptandıktan ($G_{meş}$) sonra bonitet derecesi ve meşçere yaşına göre oluşturulan regresyon denkleminde G_{Model} (formül 15) değeri alınarak sıklık derecesi, $SD=G_{Meş}/G_{Model}$ olarak hesaplanmaktadır. Böylece belirlenen bonitet, sıklık derecesine göre meşçere hacim ve hacim elemanları, 5 yıllık periyot halinde 20 ile istenilen yaş arasında hasılat tablosu tarafından verilmektedir.

Bu çalışmada oluşturulan Trakya Yöresi sıklığa bağlı meşe hasılat tablosu MS Excel 2010 programının Makro özelliğinden yararlanılarak programlanmıştır. Oluşturulan hasılat tablosu programı;

- Girdiler
- İşlemler
- Çıktılar

olmak üzere üç ana bölümden oluşmaktadır. Hasılat tablosu programının özellikleri ve kullanımı program bölümleri ile ilgili başlıklarda açıklanmıştır.

3.6.5.1 Girdiler

Programın açılmasıyla **Meşe Hasılat Tablosu** isimli çalışma sayfası ekrana gelmektedir. Bu sayfada asli ve ara meşçere hacim ve hacim elemanları ile meşçerenin artım ve verimi ile ilgili diğer elemanlar sütunlar halinde bulunmaktadır. Satırlarda ise yaş periyotları bulunmaktadır (Şekil / Figure 5a). Eklentiler sekmesinde “Trakya Sıklığa Bağlı Meşe Hasılat Tablosu” komut düğmesi bulunmaktadır (Şekil / Figure 5b). Bu komut düğmesi seçildiğinde ekrana “Meşe Sıklığa Bağlı Hasılat Tablosu (Trakya)” isimli kullanıcı formu gelmektedir (Şekil / Figure 5c). Bu formda idare süresi (hasılat tablosu programının sonlandırılacağı yaş), bonitet derecesi ve sıklık derecesi değerleri programa girdi olarak verilmektedir. Bu değerler girildikten sonra “Meşe Hasılat Tablosu” komut düğmesi seçilmekte ve **Girdiler** aşaması tamamlanıp **İşlemler** aşamasına geçilmektedir.

3.6.5.2 İşlemler

Bu bölümde hasılat tablosunun elemanları ; Asli meşçerenin üst boyu (m), orta boyu (m), ağaç sayısı (adet/ha), orta çapı (cm), göğüs yüzeyi (m²/ha) ve gövde hacmi (m³/ha) ile Ara meşçerenin ağaç sayısı (adet/ha), gövde hacmi (m³/ha) ve hacim toplamı (m³/ha), Yıllık cari hacim artımı (m³/ha), Yıllık cari

hacim artım yüzdesi (%), Genel meşçere hacmi (m^3/ha), Ara hasılat yüzdesi (%), Genel meşçere ortalama hacim artımı (m^3/ha) ve Asli meşçere ortalama hacim artımı (m^3/ha) hesaplanmaktadır. Ayrıca türetilen kuramsal göğüs çapları (cm), türetilen göğüs çaplarına göre genelleştirilmiş meşçere boy eğrisinden alınan boy değerleri (m) ve türetilen göğüs çaplarının çap basamaklarına dökümü de hesaplanmaktadır.

3.6.5.3 Çıktılar

Bu bölümde ortaya konan en önemli çıktı, **Meşe Hasılat Tablosu** isimli çalışma sayfasında, asli ve ara meşçere hacim ve hacim elemanları ile meşçerenin artım ve verimi ile ilgili diğer elemanların sütunlar halinde, yaş periyotlarının ise satırlar halinde bulunduğu hasılat tablosudur (Şekil / Figure 5e).

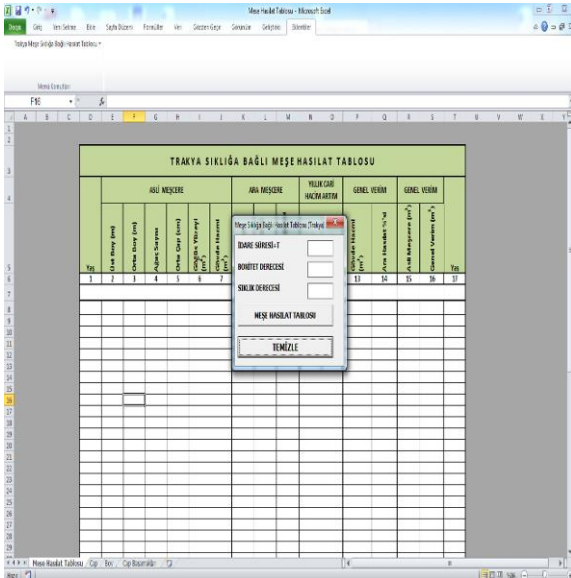
Ayrıca türetilen kuramsal göğüs çapı değerleri yaş periyotları halinde **Çap** isimli çalışma sayfasında çıktı olarak verilmektedir (Şekil / Figure 5d).Türetilen göğüs çaplarına göre genelleştirilmiş meşçere boy eğrisinden alınan boy değerleri (m) yaş periyotları halinde **Boy** isimli çalışma sayfasında çıktı olarak verilmektedir (Şekil / Figure 5f).

Türetilen göğüs çaplarının çap basamaklarına dökümü yaş periyotları halinde **Çap Basamakları** isimli çalışma sayfasında çıktı olarak verilmektedir (Şekil / Figure 5g).

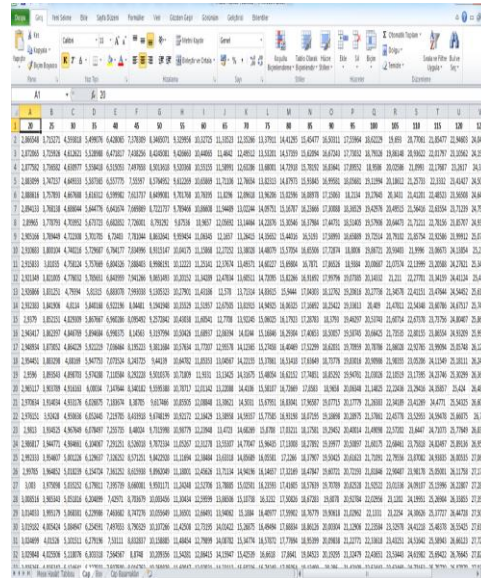
The image shows two screenshots of a Microsoft Excel spreadsheet. The left screenshot (a) displays a worksheet titled 'Meşe Hasılat Tablosu' with a table titled 'TRAKYA SIKLIĞA BAĞLI MEŞE HASILAT TABLOSU'. The table has columns for 'ASLI MEŞÇERE', 'ARA MEŞÇERE', 'YILLIK CARİ HACİM ARTIMI', 'GENEL VERİM', and 'GENEL MEŞÇERE'. The right screenshot (b) shows a similar worksheet with a table titled 'TRAKYA SIKLIĞA BAĞLI MEŞE HASILAT TABLOSU' and a command button labeled 'Trakya sıklığına bağlı meşe hasılat tablosu'.

- (a) Meşe hasılat tablosunu programının “meşe hasılat tablosu” çalışma sayfası
 (a) “Oak yield table” work page of oak yield table program
- (b) ”Trakya sıklığına bağlı meşe hasılat tablosu” komut düğmesi
 (b) “Thrace oak yield table bound to density” command button

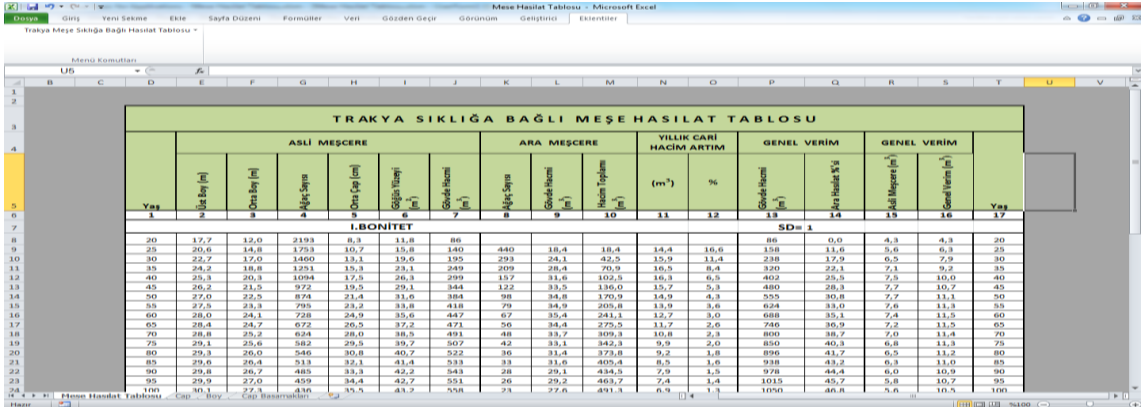
Şekil 5. Meşe Hasılat Tablosu programının çalışma sayfaları ve çıktıları (I. Bonitet; SD=1)
 Figure 5. Work pages and outputs of Oak Yield Table program (I. site quality class ; SD=1)



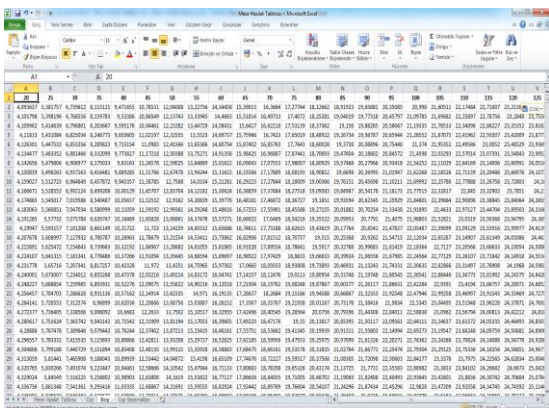
(c) Meşe sıklığa bağlı haslat tablosu (Trakya) kullanıcı formu
(c) "Thrace oak yield table bound to density" user form



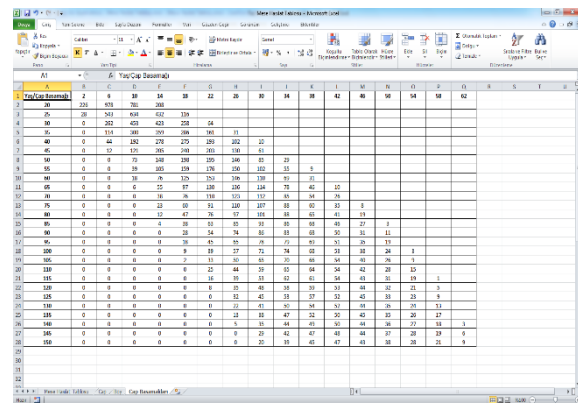
(d) "Çap" çalışma sayfası
(d) "Diameter" work page



(e) Sıklığa bağlı meşe haslat tablosu
(e) Oak yield table bound to density



(f) "Boy" çalışma sayfası
(f) "Height" work page



(g) "Çap basamakları" çalışma sayfası
(g) "Diameter classes" work page

Şekil 5. Meşe Haslat Tablosu programının çalışma sayfaları ve çıktıları (I. Bonitet; SD=1)
Figure 5. Work pages and outputs of Oak Yield Table program (I. site quality class ; SD=1)

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

“Trakya Meşe Ormanlarında Artım ve Büyüme” isimli bu çalışmada Trakya yöresindeki sürgün kökenli koruya tahvil saf meşe ormanlarının farklı yaş, yetiştirme ortamı ve sıklık derecelerinde artım ve büyüme eğilimleri araştırılmıştır. Bu özelliklere sahip meşcerelerden toplam 101 adet örnek alan alınmıştır. Bu alanlardan tek ağaç ve meşcere bazında sağlanan veriler yardımıyla çift girişli ağaç hacim tablosu, bonitet tablosu ve değişik bonitet ve sıklık dereceleri için 20 ile istenilen yaşa kadar meşcere hacim ve hacim elemanlarını veren bir hasılat tablosu oluşturulmuştur. Bu hasılat tablosu MS Excel 2010 programının makro özelliğinden yararlanılarak bilgisayar programı haline getirilmiştir.

Ağaç hacim tablosu düzenlemek amacıyla oluşturulan çift girişli ağaç hacim denkleminin belirtme katsayısı (R^2) % 98,87, standart hatası 13,56 dm³ olarak hesaplanmıştır. Çift girişli meşe ağaç hacim tablosunun geçerliliğinin ortaya konulabilmesi için, toplam hata yüzdesi ve mutlak hata yüzdesi hesaplanmıştır. Hacim hata yüzdesinin doğruluk derecesi yüksek olan hacim tablolarında %1’den küçük olması istenir (Husch ve Diğ. 1963). Çalışmada düzenlenen çift girişli ağaç hacim tablosunun toplam hata yüzdesinin sıfıra yakın bir değer alması, ağaç hacim tablosunun toplu olarak tam sonuç verdiğini göstermektedir. Mutlak hata yüzdesi ise % 6,96 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, doğruluk derecesi yüksek olan hacim tablolarında istenen %10’dan daha küçüktür (Spurr, 1952). Bu sonuçlara göre oluşturulan regresyon denkleminin verilere uygun olduğu ve bu denklem yardımıyla oluşturulan çift girişli meşe ağaç hacim tablosunun yörede kullanılabilir olacağı saptanmıştır.

Bonitet eğrilerinin elde edilmesinde ve bonitet tablosunun oluşturulmasında farklı bir yöntem kullanılmıştır. Bu amaçla 101 örnek alanda belirlenen üst boylar ve meşcere yaşı ilişkiye getirilerek kılavuz eğri elde edilmiştir. Örnek alanlarda saptanan üst boy değerleri yaş-üst boy ilişkisinden elde edilen değere oranlanarak k oranları elde edilmiştir. En küçük k oranının (x_1) bonitet derecesi sıfır (y_1), en yüksek k oranının (x_2) bonitet derecesi değeri 1 (y_2) alınarak bu iki noktaya göre bir doğru denklemi elde edilmiştir. Daha sonra bu denklemde değişkenler yerine yazılarak genelleştirilmiş bonitet derecesi eğrileri denklemi elde edilmiştir.

Böylece yaş-üst boy dağılımını oluşturan tüm noktalar dağılımı BOD=0 ve BOD=1 eğrileri arasında kalmıştır. Sonuçta örnek alanların farklı bonitet derecesi değerlerini almasının önüne geçilmiş ve örnek alanların bonitet dereceleri $0 \leq BOD \leq 1$ sınırları içinde kalmıştır.

Ara meşcerenin hacim elemanlarından biri olan ağaç sayısı birbirini izleyen yaş periyotlarının asli meşcereye ait ağaç sayıları arasındaki fark olarak hesaplanmaktadır. Ara meşcere hacmi, hasılat tablosu elemanlarının içinde belirlenmesi güç bir elemandır ve meşcerede yapılan tek ölçümle tespit edilemez. Çünkü ölçüm tarihinde meşcerede bulunan hacim asli meşcere hacmidir. Ara meşcere hacmi değişik yöntemlerle belirlenebilmektedir (Akalp, 1978). Çalışmamızda ara meşcere hacminin hesaplanmasında meşcereden t yaşının sonunda ayrılacak N_A sayıdaki ağacın düzenli ölümler sonucu ayrılacağı

varsayılmıştır. Bu durumda herhangi bir çap basamağından çıkacak ağaç sayısının $\frac{f_t}{N_t} * N_a$ kadar olduğu varsayılmaktadır. Çap basamaklarından çıkacak ağaç sayısı belirlendikten sonra basamağın çap ve boy değerine göre basamak hacmi hesaplanmakta ve basamaktan çıkacak ağaç sayısı ile çarpılmaktadır. Sonuçta tüm basamakların hacim toplamları ara meşcere hacmini vermektedir.

Basamakların ağaç sayısı bakımından büyüklüğü oranında ağacın ayrılması ile ormanın gelişiminin incelenmesi durumunda, meşcerede bulunan ağaç türünün dikte ettiği ağaç sayısı dağılımının ne derecede etkilendiğinin ortaya konmasında önemli olmaktadır. Ayrıca silvikültürel işlemlerin şeklinin ve şiddetinin belirlenmesine de ışık tutabilecektir.

Hasılat tablosunun düzenlenmesinde kullanılan örnek alanların yaklaşık % 98’si 20-150 yaş aralığında, % 83’ü ise 0,6-1,4 sıklık derecesi arasındadır. Bu nedenle Trakya yöresi meşe ormanlarında meşcere hacim ve hacim elemanlarını tayin etmek için kullanılacak olan bu hasılat tablosu 20- 150 yaş ve 0,6-1,4 sıklık

derecesi aralığında güvenilir sonuçlar verebilecektir. Bu sınırlar dışında hasılat tablosunun hata derecesi yüksek değerler verebilmektedir.

Meşcere hacim ve hacim elemanları ile meşcerenin artım ve verimi ile ilgili diğer elemanların farklı bonitet ve sıklık derecelerinde meşcere yaşına göre gösterdiği gelişimler sıklığa bağlı meşe hasılat tablosundan yararlanılarak aşağıdaki bölümlerde incelenmiş ve tartışılmıştır. Hasılat tablosundan alınan değerler grafik üzerine taşınarak gelişimin daha kolay izlenmesine olanak sağlanmıştır. Karşılaştırmalarda öncelikle sıklık derecesi 1 (SD=1) olarak sabit tutulmuş, hasılat tablosunun elemanlarının yaşa göre farklı bonitet sınıflarında değişimi incelenmiştir. Daha sonra iyi (I.bonitet) ve kötü (V.bonitet) bonitet sınıfı olmak üzere iki bonitet sınıfı sabit tutularak hasılat tablosu elemanlarının yaşa göre gösterdiği gelişim eğilimleri farklı sıklık derecelerinde incelenmiştir.

Aynı amaçla sıklığa bağlı meşe hasılat tablosundan alınan değerler bir kere de ülkemizde meşe ormanları için Eraslan (1954), Eraslan ve Evcimen (1967) ve yapraklı tür olan kayın ormanları için Carus (1998) tarafından düzenlenen hasılat tablosu değerleri ile ayrı bir grafik üzerine işaretlenerek incelenmiştir. Karşılaştırmada daha doğru bir sonuç elde edebilmek için, ağaç türlerinin en iyi koşullarda yetişen meşcerelerinin yani her ağaç türünün kendi I. bonitet sınıfındaki meşcereleri için hasılat tablosunun verdiği değerlerin karşılaştırılması daha doğru olacaktır (Fırat, 1972; Akalp, 1978).

4.1 MEŞCERE BOYU

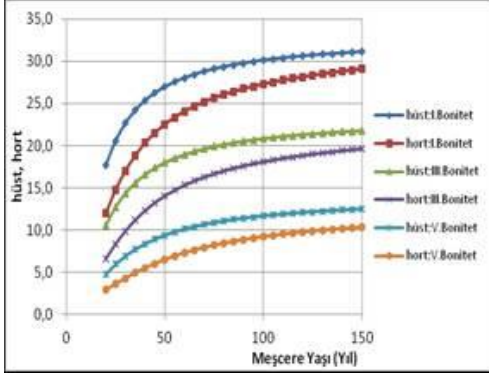
Meşcere üst ve orta boyunun değişik bonitet sınıflarında yaşa göre gelişimi incelendiğinde üst boy, orta boyun üstünde seyir göstermekte ve bonitete göre bir sıralama göstermektedir. Meşcere üst ve orta boyu, yaşın ilerlemesiyle genel kurala uygun olarak önceleri hızlı bir şekilde artmakta belirli bir yaştan sonra artış hızı yavaşlamakta ve sabit bir değere doğru yaklaşmaktadır (Şekil / Figure 6a).

Meşcere üst ve orta boyunun, farklı sıklık derecelerinde iyi bonitet sınıfında (I.bonitet) ve kötü bonitet sınıfında (V. bonitet) yaşa göre gelişimleri incelenmiştir. Ortamın verim gücünün yüksek olması ile sıklık derecesi yüksek meşcerelerde bireyler birbirine üstünlük sağlamak amacıyla rekabet içindedir. Bundan dolayı sıklık derecesi yüksek olan meşcerelerin üst ve orta boy değerleri yüksek bulunabilmektedir (Şekil / Figure 6 b ve 6c).

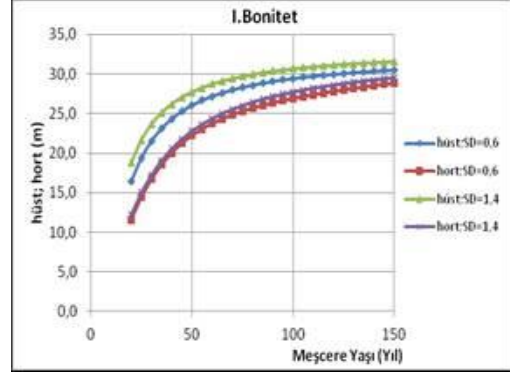
V.bonitet sınıfında meşcere üst ve orta boyun gelişiminde I. bonitet sınıfında olduğu gibi sıklık dereceleri çok fazla etkili değildir. I. bonitet sınıfının tersine sıklık derecesi düşük meşcerelerde üst boy ilk yaşlarda biraz daha yüksek bulunmaktadır. Orta boy gelişiminde ise sıklık dereceleri arasında 100 yaşına kadar fark yokken, bu yaştan sonra sıklık derecesi düşük meşcerelerin orta boyları biraz daha yüksek bulunabilmektedir. Sıklık derecesi düşük meşcerelerin üst ve orta boy değerlerinin sıklık derecesi yüksek meşcerelere kıyasla daha yüksek olması, ortamın verim gücünün düşük olmasından kaynaklanabilmektedir. Çünkü ortamın verim gücünü daha az sayıda ağaç kullanacağından dolayı boylar yüksek bulunabilmektedir (Şekil / Figure 6c).

Çalışmamızda oluşturulan Trakya sıklığa bağlı meşe hasılat tablosundan elde edilen meşcere orta boyunun meşe ağaç türü için düzenlenmiş diğer hasılat tablolarının orta boylarına göre gösterdiği gelişim incelendiğinde, bu çalışmada oluşturulan hasılat tablosunun orta boy değerleri diğer hasılat tablolarının orta boy değerlerinden daha yukarıdan seyretmektedir (Şekil / Figure 6d).

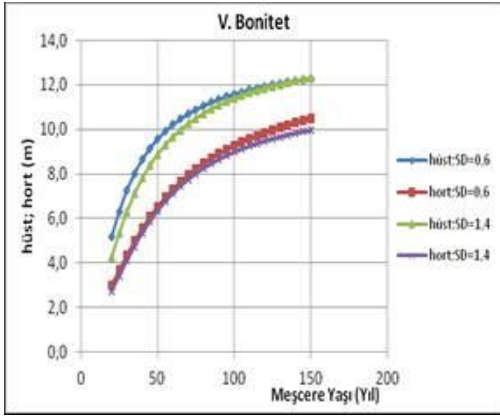
Trakya meşe hasılat tablosunun meşcere orta boy değerlerinin, kayın hasılat tablosunun orta boy değerlerine göre gösterdiği gelişim incelendiğinde, Trakya meşe hasılat tablosunun orta boy değerleri yaklaşık 65 yaşına kadar kayın hasılat tablosunun orta boy değerlerinin yukarısında seyretmekte bu yaşta eşitlenmekte ve sonra kayın hasılat tablosunun orta boy değerleri daha yukarıdan seyretmektedir (Şekil / Figure 6e).



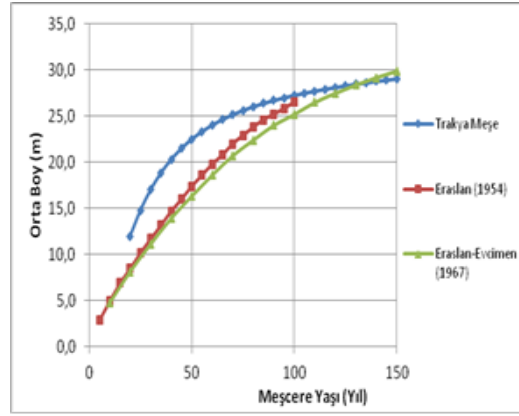
(a) Meşcere üst ve orta boyunun bonitet sınıflarında yaşa göre gelişimi (SD=1).
(a) Improvement of stand top and mid height in site quality classes by age (SD=1).



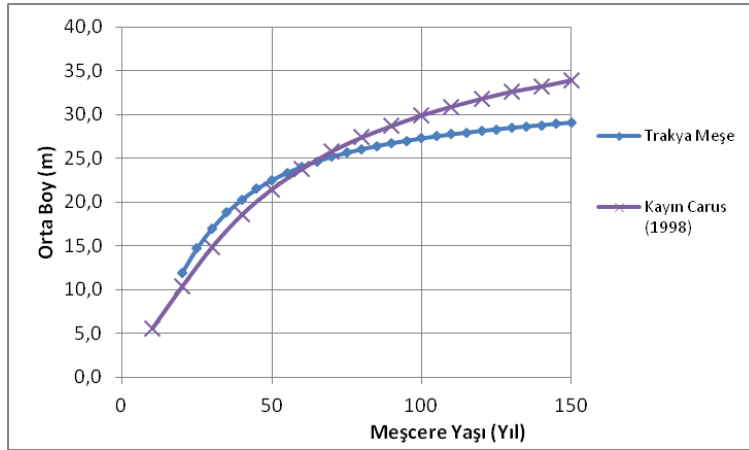
b) Meşcere üst ve orta boyunun farklı sıklık derecelerinde yaşa göre gelişimi (I.bonitet).
(b) Improvement of stand top and mid height in different density degrees by age (I. site quality class).



(c) Meşcere üst ve orta boyunun farklı sıklık derecelerinde yaşa göre gelişimi (V.bonitet sınıfı).
(c) Improvement of stand top and mid height in different density degrees by age (V. site quality class).



(d) Farklı meşe hasılat tablolarındaki orta boy değerlerinin karşılaştırılması.
(d) Comparison of mid height values in different oak yield tables.



(e) Trakya sıklığa bağlı meşe hasılat tablosu ve kayın hasılat tablosundaki orta boy gelişimlerinin karşılaştırılması
(e) Comparison of mid height improvements in Thrace oak yield table bound to density and beach yield table

Şekil 6. Meşcere üst ve orta boy değerlerinin değişik sıklık derecelerine ve hasılat tablolarına göre karşılaştırılması
Figure 6. Comparisons of stand top and mid height values by different stand density degrees and yield tables

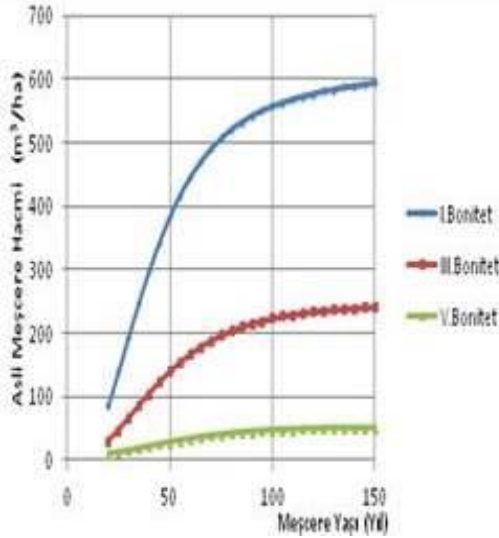
4.2 MEŞÇERE HACMİ

Bu bölümde meşçere hacim çeşitleri olan asli meşçere hacmi, genel (meşçere hacmi) verim, farklı bonitet ve sıklık derecelerinde meşçere yaşına göre gösterdiği gelişimler sıklığa bağlı meşe hasılat tablosundan yararlanılarak incelenmiştir. Ayrıca bu değerler diğer hasılat tablolarındaki değerler ile de karşılaştırılmıştır.

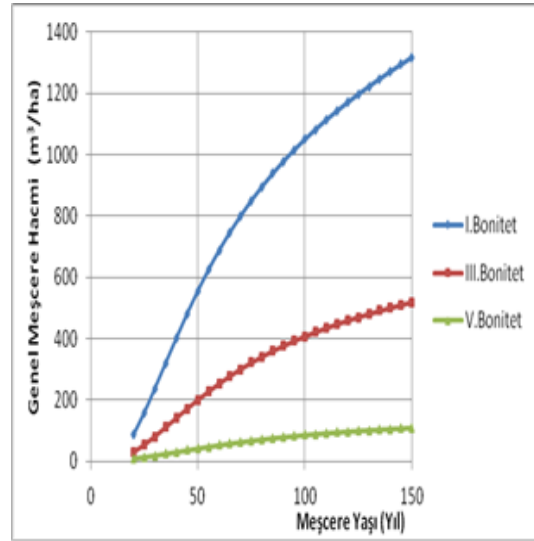
Asli meşçere hacmi ilk yaşlarda daha hızlı olmak üzere meşçere yaşı ilerledikçe artmakta ve bonitete göre bir sıralama göstermektedir. Örneğin 50. yaşta I., III. ve V. bonitet sınıfı asli meşçere hacimleri sırasıyla; 384, 140, 28 m³/ha, genel meşçere hacimleri sırasıyla; 555, 200, 42 m³/ha dır (Şekil / Figure 7a ve 7b)

İyi bonitet sınıfında sıklık derecesi yüksek olan meşçerelerin asli (genel) meşçere hacmi, sıklık derecesi düşük meşçerelerin asli (genel) meşçere hacminin üzerinde seyretmekte ve aralarındaki fark yaş ilerledikçe artmaktadır (Şekil / Figure 7c ve 7d).

Kötü bonitet sınıfında sıklık derecesi yüksek olan meşçerelerin asli meşçere hacmi, sıklık derecesi düşük olan meşçerelerin asli meşçere hacmi üzerinde seyretmekte ve aralarındaki fark belirli bir yaş kademesinden sonra ortamın verim gücünün düşük olmasından dolayı azalmaktadır. Fakat sıklık derecesi yüksek olan meşçerelerin genel meşçere hacmi ile sıklık derecesi düşük olan meşçerelerin genel meşçere hacmi arasındaki fark iyi bonitete göre daha azdır (Şekil / Figure 7e ve 7f).

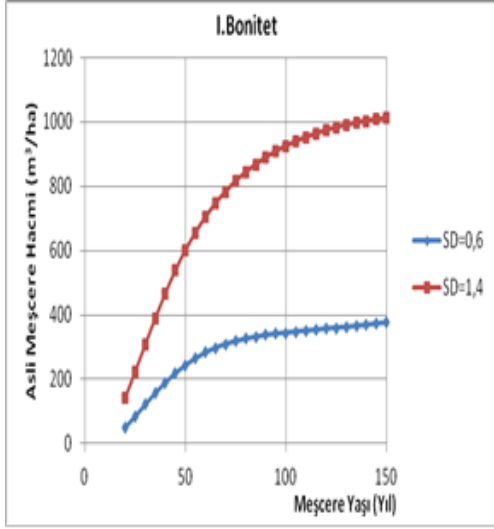


(a) Asli meşçere hacminin bonitet sınıflarında yaşa göre gelişimi (SD=1)
(a) Improvement of essential stand volume by age in site quality classes (SD=1)

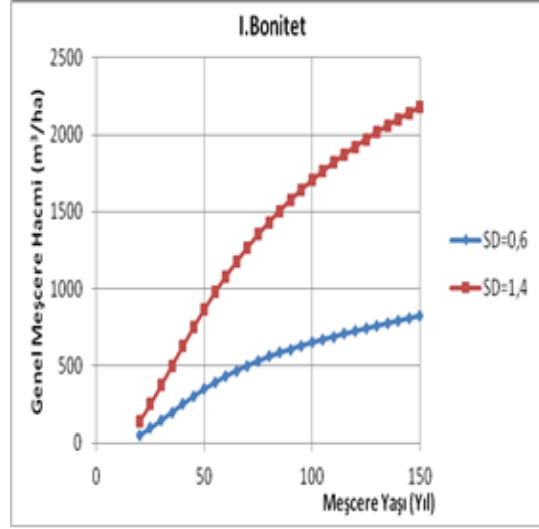


(b) Genel meşçere hacminin bonitet sınıflarında yaşa göre gelişimi (SD=1)
(b) Improvement of overall stand volume by age in site quality classes (SD=1)

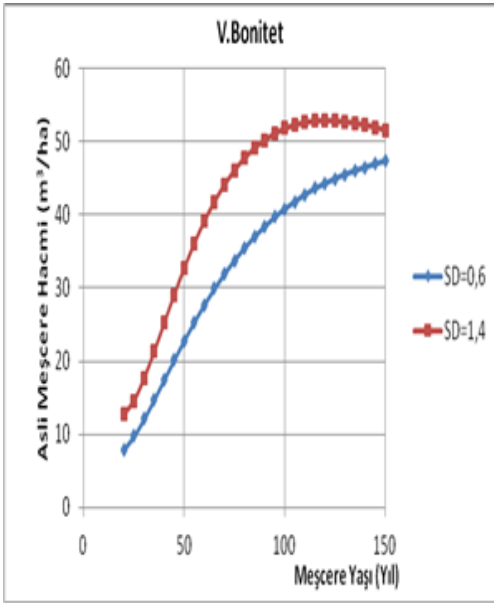
Şekil 7. Asli ve genel meşçere hacimlerinin değişik sıklık dereceleri ve hasılat tablolarına göre karşılaştırılması
Figure 7. Comparison of essential and overall stand volumes by different density degrees and yield tables



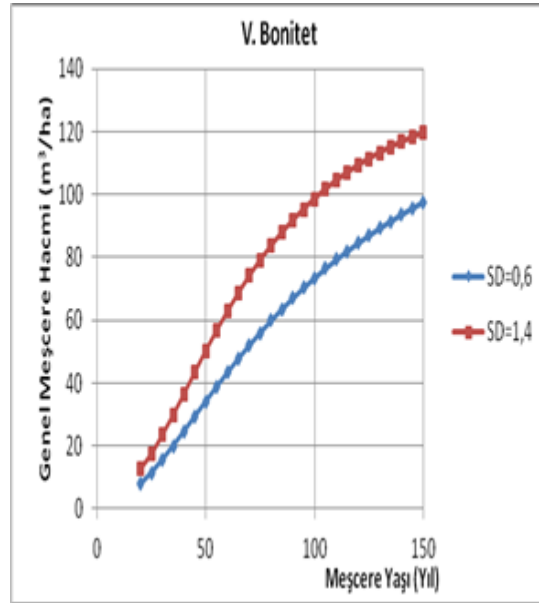
(c) Aslı meşçere hacminin farklı sıklık derecelerinde yaşa göre gelişimi (I.bonitet)
(c) Improvement of essential stand volume by age in different density degrees (I. Site quality class)



(d) Genel meşçere hacminin farklı sıklık derecelerinde gelişimi (I. bonitet)
(d) Improvement of overall stand volume by age in different density degrees (I. site quality class)

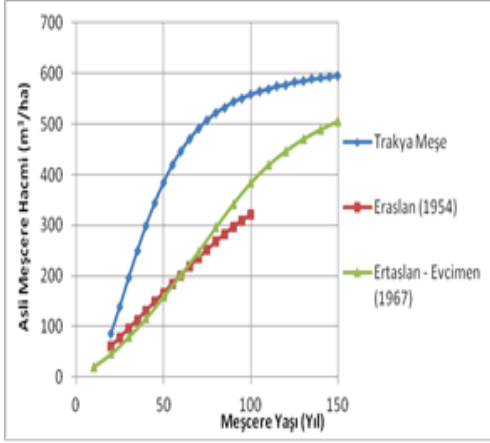


(e) Aslı meşçere hacminin farklı sıklık derecelerinde gelişimi (V. bonitet)
(e) Improvement of essential stand volume by age in different density degrees (V. site quality class)

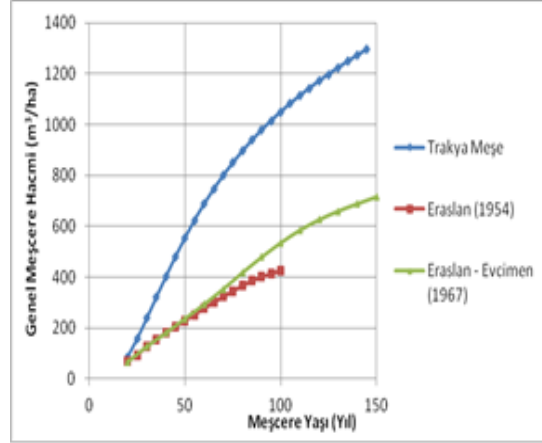


(f) Genel meşçere hacminin farklı sıklık derecelerinde gelişimi (V. bonitet)
(f) Improvement of overall stand volume by age in different density degrees (V. site quality class)

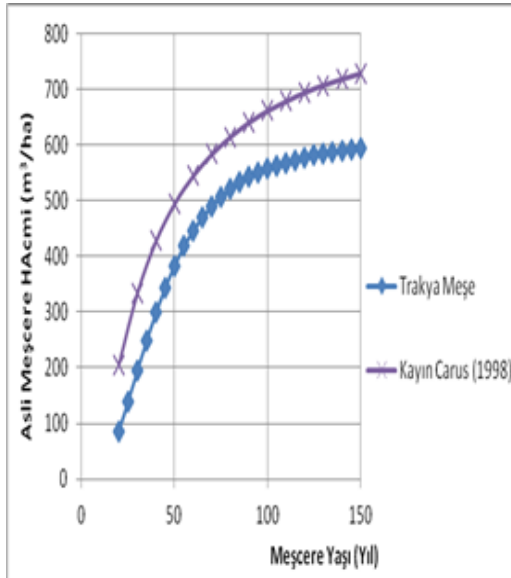
Şekil 7. Aslı ve genel meşçere hacimlerinin değişik sıklık dereceleri ve hasılat tablolarına göre karşılaştırılması
Figure 7. Comparison of essential and overall stand volumes by different density degrees and yield tables



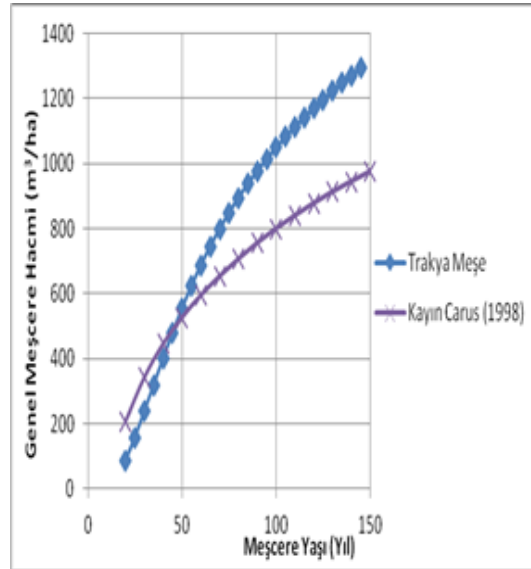
(g) Meşe cinsi için oluşturulan hasılat tablolarının asli meşçere hacimlerinin karşılaştırılması
(g) Comparison of essential stand volumes in the present oak yield tables



(h) Meşe cinsi için oluşturulan hasılat tablolarının genel meşçere hacimlerinin karşılaştırılması
(h) Comparison of overall stand volumes in the present oak yield tables



(i) Asli meşçere hacmi bakımından Trakya sıklığa bağlı meşe hasılat tablosu ve kayın hasılat tablosunun karşılaştırılması
(i) Comparison of essential stand volumes in the thrace density oak yield table and beech yield table



(i) Genel meşçere hacmi bakımından Trakya sıklığa bağlı meşe hasılat tablosu ve kayın hasılat tablosunun karşılaştırılması
(i) Comparison of overall stand volumes in the thrace density oak yield table and beech yield table

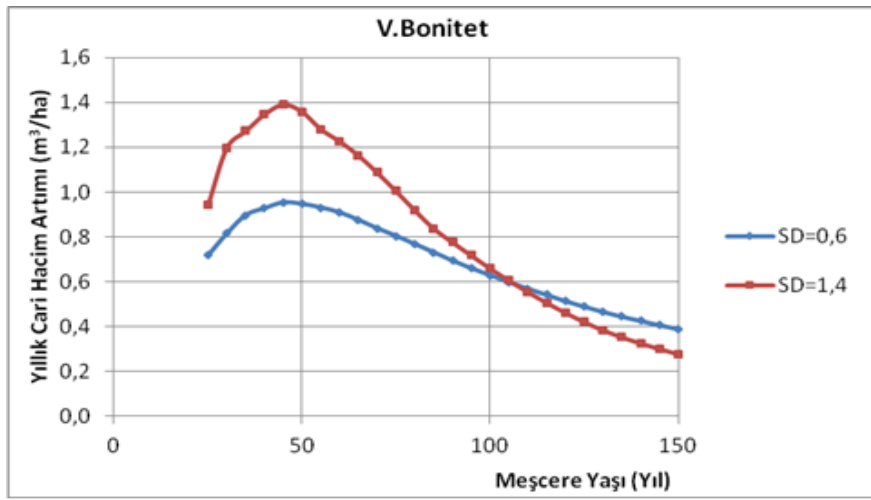
Şekil 7. Asli ve genel meşçere hacimlerinin değişik sıklık dereceleri ve hasılat tablolarına göre karşılaştırılması
Figure 7. Comparison of essential and overall stand volumes by different density degrees and yield tables

Trakya sıklığa bağlı meşe hasılat tablosunun asli meşçere hacmi ilk yaşlarda diğer hasılat tablolarının asli meşçere hacimleri ile yaklaşık aynı değerleri almaktadır. Yaş ilerledikçe Trakya sıklığa bağlı meşe hasılat tablosunun asli meşçere hacmi, diğer hasılat tablolarının asli meşçere hacimlerinin üzerinde seyir göstermektedir. 150. yaşta Eraslan ve Evcimen (1967) tarafından oluşturulan hasılat tablosunun asli meşçere hacmi ile Trakya sıklığa bağlı meşe hasılat tablosunun asli meşçere hacmi arasındaki fark oldukça azalmaktadır (Şekil / Figure 7g). Yaş kademelerinde Trakya sıklığa bağlı meşe hasılat tablosundan elde edilen genel meşçere hacim değerleri, diğer hasılat tablosunun genel hacim değerlerinden oldukça fazla bulunmaktadır. Bu durum ara meşçere hacminin hesaplama yönteminden

kaynaklanmış olabilir (Şekil / Figure 7h). Trakya meşe hasılat tablosunun asli meşçere hacmi, kayın hasılat tablosunun asli meşçere hacminin altında seyretmektedir (Şekil / Figure 7i). Trakya meşe hasılat tablosunun genel meşçere hacmi yaklaşık 50 yaşına kadar kayın hasılat tablosunun genel meşçere hacminin altında seyretmektedir. Bu yaştan sonra kayın hasılat tablosunun verdiği değerlerin üzerine çıkmakta yaş ilerledikçe genel meşçere hacimleri arasındaki fark artmaktadır. (Şekil / Figure 7i).

4.3 MEŞÇERE HACİM ARTIMI

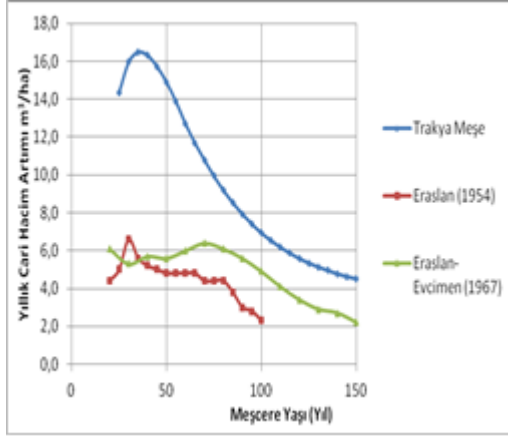
Kötü bonitet sınıfında farklı sıklık derecelerine ait yıllık cari hacim artım eğrileri yaklaşık 45'li yaşlarda en yüksek noktaya ulaşmakta bundan sonra azalma eğilimi göstermektedir. 100 yaşından önce sıklık derecesi yüksek meşçerelerin yıllık hacim artımı eğrisi, sıklık derecesi düşük meşçerelerin yıllık hacim artımı eğrisinin üstünde seyir göstermekteyken bu yaştan sonra durum tersine dönmektedir. Sıklık derecesi yüksek meşçelerde yıllık cari artımın düşüş hızı, sıklık derecesi düşük meşçelere kıyasla daha fazla olmasından dolayı, belirli yaştan sonra sıklık derecesi yüksek meşçelerdeki yıllık cari hacim artım değerleri daha düşük bulunabilir (Şekil / Figure 8).



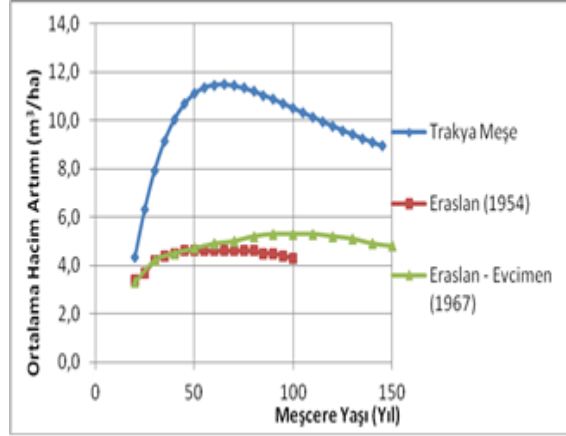
Şekil 8. Yıllık cari hacim artımının farklı sıklık derecelerinde gelişimi (V. bonitet)

Figure 8. Improvement of annual current volume increment in different density degrees (V.site quality class)

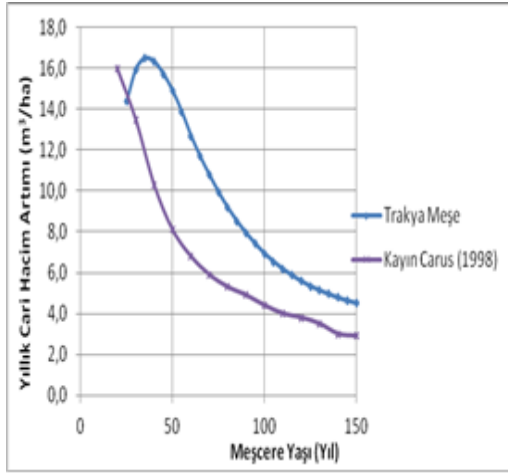
Trakya yöresi sıklığa bağlı meşe hasılat tablosundan elde edilen yıllık cari hacim artımının, meşe ve kayın ağaç türü için düzenlenmiş diğer hasılat tablolarının yıllık cari hacim artımına göre gösterdiği gelişimler incelendiğinde, Trakya sıklığa bağlı meşe hasılat tablosunun yıllık cari hacim artımı diğer hasılat tablolarının yıllık cari hacim artımlarının üzerinde seyir göstermektedir (Şekil / Figure 9a ve 9c). Bu çalışmadaki hasılat tablosundan elde edilen genel ortalama hacim artımı, meşe ağaç türü için düzenlenmiş diğer hasılat tablolarının genel ortalama hacim artımlarının oldukça üzerinden seyir göstermektedir (Şekil / Figure 9b). Çalışmadaki meşe hasılat tablosunun ortalama hacim artımının, kayın hasılat tablosunun ortalama hacim artımı ile karşılaştırıldığında, sıklığa bağlı meşe hasılat tablosunun ortalama hacim artım değerleri yaklaşık 45. yaştan sonra Doğu kayını hasılat tablosunun ortalama hacim artımının üzerinde seyrederek 60.yaştan sonra azami bir değerden geçerek azalmaktadır (Şekil / Figure 9d).



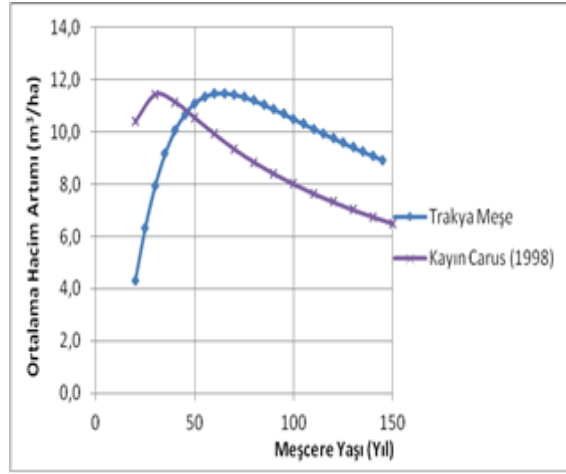
(a) Farklı meşe hasılat tablolarındaki yıllık cari hacim artımlarının karşılaştırılması
(a) Comparison of annual current volume increments in different oak yield tables



(b) Farklı meşe hasılat tablolarındaki ortalama yıllık hacim artımlarının karşılaştırılması
(b) Comparison of mean annual volume increments in different oak yield tables



(c) Trakya sıklığa bağlı meşe hasılat tablosu ve kayın hasılat tablosundaki yıllık cari hacim artımlarının karşılaştırılması
(c) Comparison of annual current volume increments in Thrace density oak yield table and beech yield table



(d) Trakya sıklığa bağlı meşe hasılat tablosundaki ortalama yıllık hacim artımlarının karşılaştırılması
(d) Comparison of mean annual volume increments in Thrace density oak yield table and beech yield table

Şekil 9. Yıllık cari ve ortalama hacim artımlarının karşılaştırılması
Figure 9. Comparisons of annual current and mean volume increments

Ülkemiz dünyanın sayılı meşe diyarları arasında yer almaktadır. Meşe cinsi Ülkemizin çok farklı yetişme ortamlarında 18 ayrı türü ile yayılış göstermektedir. Buna karşın bu konuda yapılmış olan hasılat çalışmaları cins ve bölgesel bazda ele alınmış olup sınırlı sayıdadır.

Bundan sonra yapılacak hasılat çalışmalarında Ülkemizdeki değişik meşe ekosistemlerinde dağılış gösteren meşe cinsi, tür bazında ele alınmalı ve meşe türlerinin artım ve büyüme ilişkileri ortaya konmalıdır. Bu sayede değişik ekosistemlerde yayılış gösteren meşe türlerinin artım ve verim potansiyellerinin karşılaştırılması olanağı sağlanmış olacaktır. Buna göre meşe ormanları için silvikültürel ve planlama seçenekleri tutarlı bir şekilde ortaya konabilecektir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Orman Hasılatı ve Biyometri Programında Prof.Dr. Ömer Saraçoğlu danışmanlığında, Aylak Özdemir (2013) tarafından hazırlanmış Doktora Tez çalışmasının özetidir. İ.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Biriminin 8782 numaralı Doktora Tez Projesi ile desteklenmiştir. Örnek alan ölçümleri ve gövde analizi verilerini elde edilmesinde katkısı olan TÜBİTAK-TOVAG 1070750 numaralı “Kuzey Trakya koruya tahvil meşe ekosistemlerinde sağlık durumu, biyokütle, karbon depolama ve faunistik özelliklerin belirlenmesi” isimli projenin başta yürütücüsü Prof. Dr. Ender Makineci olmak üzere diğer üyelerine ayrı ayrı teşekkür ederim.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- Akalp, T., 1978. Türkiye’deki doğu ladini (*Picea orientalis* Lk. Carr) ormanlarında hasılat araştırmaları. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Yayın no: 2483-261, İstanbul.
- Akalp, T., 1983. Değişik yaşlı meşcerelerde artım ve büyümenin simülasyonu. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Yayın no: 3051-327, İstanbul.
- Atıcı, E., 1998. Değişik yaşlı doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) ormanlarında artım ve büyüme. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Aylak Özdemir, G., 2013. Trakya meşe ormanlarında artım ve büyüme ilişkileri. Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Carus, S., 1998. Aynı yaşlı doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) ormanlarında artım ve büyüme. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- DPT, 2007. Dokuzuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı (2007-2013).
- Eraslan, İ., 1954. Trakya ve bilhassa Demirköy mıntıkası meşe ormanlarının amenajman esasları hakkında araştırmalar. OGM Yayınları, Sıra No:132, Seri No:13, Ankara.
- Eraslan, İ., Evcimen, B.S., 1967. Trakya’daki meşe ormanlarının hacim ve hasılatı hakkında tamamlayıcı araştırmalar. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A(1).
- Fırat, F.,1972. Orman Hasılat Bilgisi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Yayın no: 1642-166, İstanbul.
- Günel, A., 1981. Orman Hasılat Bilgisi Ders Notları, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, İstanbul.
- Husch, B., Miller, C.I., Beers, T.W., 1963. Forest Mensuration. The Ronald Pres Company, 402pp., New York.
- İrmak, A., 1970. Orman Ekolojisi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Yayın no: 1650-149, İstanbul.
- IBM SPSS Statistic, 2010. IBM SPSS Statistics 19 Core System User’s Guide. SPSS Inc. 1989, 2010.
- Kalıpsız, A., 1999. Dendrometri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Yayın no: 3194-354, İstanbul.
- Kalıpsız, A., 1963. Türkiye’de karaçam meşcerelerinin tabii bünyesi ve verim kudreti üzerine araştırmalar. OGM Yayınları, İstanbul.
- Karataş, R., Arslan, M., Güner, Ş.T., Çömez, A., Özkan, K., 2013. Göller bölgesindeki doğal yayılış alanlarında Kasnak Meşesinin (*Quercus vulcanica* Boiss. and Heldr. Ex Kotschy) boy gelişimi ile yetişme ortamı özellikleri arasındaki ilişkiler. Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten No:5, Enstitü Yayın No:9, Eskişehir.
- Makineci E., Yılmaz E., Özdemir E., Kumbaşlı M., Sevgi O., Keten A., Beşkardeş V., Zengin, H., Yılmaz H., Çalışkan S. 2011. Kuzey Trakya koruya tahvil meşe ekosistemlerinde sağlık durumu, biyokütle, karbon depolama ve faunistik özelliklerin belirlenmesi. TÜBİTAK-TOVAG 1070750 No’lu Proje Sonuç Raporu, Ankara.

Meyer, H.A., 1942. Methods of Forest Growth Determination. Pennsylvania.

OGM, 2011. Türkiye Ormanları. Orman Genel Müdürlüğü, Dış İlişkiler, Eğitim ve Araştırma Dairesi Başkanlığı, Ankara, ISBN:978-605-393-044-0.

OGM, 2012. Türkiye Orman Varlığı-2012. Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, Ankara.

Prodan, M., 1961. Forstliche Biometrie. BLV Verlagsgesellschaft, München.

Spurr, S.H., 1952. Forest Inventory. The Ronald Press Company, 476p. New York.

Yavuz, H.,1992. Değişik yaşlı meşcerelerde büyümenin markov zincirleri yöntemi ile analiz edilmesi. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Yıldızbakan, A., Saraçoğlu, Ö., Akgün, C., Aydın, A.C., 2012. Sedir (*Cedrus libani* A.Rich.) meşcerelerinin hacim artımını maksimize eden optimum kuruluşlar. Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Teknik Bülten no:43, ISBN: 978-605-4610-35-8, Tarsus.